

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA

FACULTAD DE VETERINARIA

**EVALUACIÓN DEL TIPO DE MADURACIÓN DRY Y WET DURANTE 21 y 39 DÍAS
SOBRE LA CALIDAD INSTRUMENTAL Y SENSORIAL DE LA CARNE DE
CORDERO**

por

**Camila CORREA LEITES DE MORAES
Tamara GUTIERREZ TECHERA
Lucy LUCAS TORRES**

**TESIS DE GRADO presentada como uno
de los requisitos para obtener el título en
Doctor en Ciencias Veterinarias
Orientación: Producción Animal**

MODALIDAD: Ensayo Experimental

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2022**

PÁGINA DE APROBACIÓN

Tesis de grado aprobada por:

Presidente de mesa: Dr. Javier García



Segundo miembro (Tutor): Dr. Rafael Delpiazzo



Tercer miembro: Dr. Ariel Aldrovandi



Cuarto miembro: Dr. Juan Franco



Fecha:

16-agosto-2022

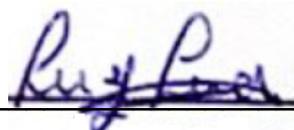
Autores:



Camila Correa Leites De Moraes



Tamara Gutiérrez Techera



Lucy Lucas Torres

AGRADECIMIENTOS

- Agradecer especialmente a nuestro tutor Dr. Rafael Delpiazzo y co-tutor Dr. Juan Franco, por el enorme apoyo y paciencia en esta etapa de aprendizaje la cual ocurrió en época de pandemia por covid-19.
- En segundo lugar, a la Facultad de veterinaria por los años de formación académica.
- A la Estación Experimental “Dr. Mario A. Cassinoni” (EEMAC) de la facultad de agronomía por permitirnos realizar nuestro ensayo experimental en su laboratorio de calidad de carne del departamento de tecnología de los alimentos, en el departamento de Paysandú.
- Al frigorífico Casa Blanca por el aporte del material en estudio.
- Para finalizar de manera muy especial el agradecimiento a nuestras respectivas familias y amigos que nos acompañaron, apoyaron, e incentivaron a seguir adelante en esta larga trayectoria.

TABLA DE CONTENIDO

Contenido

	Contenido	
PÁGINA DE APROBACIÓN		1
AGRADECIMIENTOS		2
TABLA DE CONTENIDO		3
LISTA DE TABLAS Y FIGURAS		5
RESUMEN		6
SUMMARY		7
1. INTRODUCCIÓN		8
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA		9
2.1. Producción de carne ovina en Uruguay		9
2.2. Calidad de la carne ovina como concepto general		10
2.3. Calidad de la canal y carne ovina		10
Conformación y engrasamiento de la canal ovina		11
Clasificación y tipificación		11
Mediciones objetivas en la canal ovina		12
2.3.1. Calidad instrumental		12
pH		12
Capacidad de retención de agua		13
Color instrumental		13
Textura instrumental		14
2.3.2. Atributos sensoriales		14
2.4. Métodos de maduración de la carne ovina		15
2.4.1. Parámetros técnicos - ambientales para maduración de carne ovina		17
Tiempo de maduración		17
Temperatura		20
Humedad relativa		20
Velocidad y flujo de aire		20
2.4.2. Parámetros microbiológicos		21
2.4.3. Atributos sensoriales de carne ovina madurada		21
Terneza		21
Jugosidad		22
Sabor		22
Aceptabilidad		23

2.4.4. Parámetros de calidad instrumental en carne madurada	24
pH	24
Pérdidas por cocinado	24
Color instrumental	25
Textura instrumental	25
Rendimiento a la maduración y vendible	26
3. HIPÓTESIS	27
4. OBJETIVOS	27
4.1. Objetivo general	27
4.2. Objetivos específicos	27
5. MATERIALES Y MÉTODOS	28
5.1 Localización	28
5.2 Determinaciones de la calidad de la canal	28
5.3 Tratamientos experimentales	28
5.4 Determinaciones en el laboratorio	29
5.5 Análisis Estadístico	30
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	32
pH	34
Pérdidas por cocinado	34
Color instrumental	34
Fuerza de corte	35
Pérdidas de peso y rendimiento	35
Análisis microbiológico	36
Resultados del panel sensorial de consumidores	36
8. CONCLUSIONES	41
9. BIBLIOGRAFÍA	42

LISTA DE TABLAS Y FIGURAS

- Tabla 1.** Revisión bibliográfica sobre terneza de la carne de corderos pesados según tiempo de maduración. 18
- Tabla 2.** Revisión bibliográfica de resultados experimentales sobre el efecto de la maduración en la textura instrumental y calidad sensorial de carne ovina. 20
- Tabla 3.** Revisión bibliográfica sobre atributos sensoriales de carne de cordero madurado en seco y en húmedo. 26
- Tabla 4.** Revisión bibliográfica sobre parámetros de calidad de carne de cordero madurado en seco y en húmedo durante 21 días. 28
- Tabla 5.** Efecto del método de maduración (Dry y Wet) y del tiempo de duración (0, 21 y 39 días) sobre el pH, pérdidas por cocinado y fuerza de corte. 33
- Tabla 6.** Efecto del método de maduración y del tiempo de duración sobre el porcentaje de pérdida de peso a la maduración, pérdida de peso a la maduración al pulido, y pérdida de peso total; y rendimiento de la maduración, rendimiento al pulido y rendimiento vendible. 35
- Tabla 7.** Representación de cómo estuvo compuesta la muestra poblacional de 70 personas que realizaron la prueba de consumidores. 38
- Figura 1.** Esquema (a) y fotografía demostrativa (b) representando cómo se realizó el muestreo en serie para que queden todas las secciones de la pierna distribuidas equitativamente entre los tratamientos. En la fotografía demostrativa (b) se observa que las secciones correspondientes a tiempo 0 (t_0) ya incluyen el corte de las muestras para “Panel” y “Textura”. 29
- Figura 2.** Representación gráfica del color instrumental (L^* , a^* , b^*) para dry y wet en tiempo 0, 21 y 39 días. 35
- Figura 3.** Comparación de medias entre los diferentes tratamientos para los atributos evaluados por el panel de consumidores. 41

RESUMEN

El objetivo de este experimento fue evaluar y comparar el efecto de la maduración dry (en seco) y wet (en húmedo), durante 21 y 39 días, sobre parámetros de calidad instrumental y sensorial de la carne de cordero. Para esto se obtuvieron 30 piernas (izquierda y derecha) de 15 corderos de la raza Corriedale pertenecientes a la majada de la EEMAC (Estación Experimental Dr. Mario A. Cassinoni) manejados en las mismas condiciones de alimentación y sanidad hasta la faena. Se asignó cada pierna izquierda y derecha a cada tratamiento DRY y WET asignadas en serie entre animal y animal, y se dividió 3 partes iguales (para tiempo 0, 21 y 39 días) asignadas de forma que queden todas las secciones de la pierna distribuidas equitativamente en los diferentes tratamientos. Luego se las dejaron madurando en la misma cámara de frío del laboratorio de Calidad de los Alimentos de la EEMAC, en condiciones de 2,1°C (\pm 0,74) de temperatura y 76% (\pm 9,1) de humedad y velocidad de aire desconocida. En cada muestreo (a los 0, 21 y 39 días) se midió el peso de todas las piezas de carne utilizando una balanza de precisión. Se obtuvo el porcentaje de pérdida de peso durante la maduración, pérdida de peso al pulido (luego de cortar los bordes y costras) y pérdida de peso total. También se calculó rendimiento luego de la maduración, rendimiento luego del pulido y rendimiento vendible de cada pieza de carne al finalizar el proceso correspondiente. En cada muestreo (tiempo 0, 21 y 39) luego del deshuesado se obtuvieron bifés de 2,5 cm de ancho etiquetadas para el “panel de consumidores” y “textura instrumental” y se midió el pH, color instrumental, pérdidas por cocinado, y fuerza de corte por el método Warner-Braztler. Además al día 39 se tomaron hisopados para analizar recuento total aerobio (RTA) de las muestras dry y wet 39 días mediante la técnica analítica AOAC 990.12 (PetriFilm™3M). La evaluación por parte de un panel de consumidores fue realizada por 70 personas en 7 sesiones consecutivas de 10 consumidores realizando una prueba de aceptabilidad con escala hedónica (1=no me gusta nada; 9=me gusta extremadamente). Los resultados de fuerza de corte fueron 1,7 y 1,8 kg para D21 y D39 respectivamente, y 1,9 y 2,1 kg para W21 y W39. El pH no dio interacción entre métodos de maduración, pero se encontraron diferencias significativas entre los 21 y 39 días (5,74 y 5,95 para D21 y D39; y 5,75 y 5,92 para W21 y W39) ($P < 0,05$). El color instrumental tuvo diferencias entre métodos de maduración con menor L^* , a^* , y b^* en las muestras DRY a los 21 y 39 días comparadas con las muestras WET. Las pérdidas por cocinado fueron menores en la maduración en seco (22,1%, 14,6% y 11,3% para D0, D21, D39) que las maduradas al vacío (22,2%, 25,9% y 26,8% para W0, W21 y W39). Las pérdidas de peso totales fueron 51,3% y 58,4% D21 y D39 y apenas 0,8% y 1,1% en W21 y W39 respectivamente. El análisis de recuento total aerobio a los 39 días para la maduración wet presentó un promedio de $7,80 \pm 0,34$ log ufc/cm², y para las muestras maduradas dry no fue detectado. En el panel de consumidores se observaron las principales diferencias en aceptabilidad general, de “terneza”, de “sabor” e “intención de compra” entre tiempo 0 y los demás tratamientos. En ambos métodos de maduración se obtienen valores aceptables de pH, pérdidas por cocinado y calidad higiénica hasta los 21 días. Sin embargo, hacia los 39 días, el pH y el RTA son elevados poniendo en riesgo la vida útil. Desde el punto de vista sensorial se puede concluir que tanto el proceso de maduración dry como wet logran mejorar la aceptabilidad, mientras que no se observan diferencias que hagan preferible algún método o tiempo.

SUMMARY

The objective of this experiment was to evaluate and compare the effect of dry and wet maturation, for 21 and 39 days, on the instrumental and sensory quality of lamb meat. For this, 30 legs (left and right) were obtained from 15 Corriedale lambs belonging to the EEMAC (Dr. Mario A. Cassinoni Experimental Station) flock managed under the same feeding and health conditions until slaughter. Each left and right leg was assigned to each DRY and WET treatment assigned in series between animal and animal, and divided into 3 equal parts (for time 0, 21 and 39 days) assigned in series so that all sections of the leg were distributed equally in the different treatments. They were then left to mature in the same cold chamber of the EEMAC Food Quality Laboratory, under conditions of 2.1°C (± 0.74) temperature and 76% (± 9.1) humidity and unknown airspeed. In each sampling (at 0, 21 and 39 days) the weight of all the pieces of meat was measured using a precision scale. The percentage of weight loss during maturation, weight loss at polishing (after cutting the edges and crusts) and total weight loss were obtained. Yield after maturation, yield after polishing and salable yield of each piece of meat at the end of the corresponding process were also calculated. In each sampling (time 0, 21 and 39) after deboning, 2.5 cm wide steaks were obtained, labeled for the "consumer panel" and "instrumental texture" and the pH, instrumental color, losses due to cooking, and shear force by the Warner-Braztler method. In addition, on day 39, swabs were taken to analyze the total aerobic count (TAR) of the dry and wet samples 39 days using the AOAC 990.12 (Petrifilm™ 3M) analytical technique. The sensory panel of consumers was made up of 70 people in 7 consecutive sessions of 10 consumers performing an acceptability test with a hedonic scale (1=I don't like it at all; 9=I like it extremely). Shear force results were 1.7 and 1.8 kg for D21 and D39 respectively, and 1.9 and 2.1 kg for W21 and W39. The pH did not give interaction between ripening methods but significant differences were found between 21 and 39 days (5.74 and 5.95 for D21 and D39; and 5.75 and 5.92 for W21 and W39) ($P < 0.05$). Instrumental color had differences between ripening methods with lower L^* , a^* and b^* in DRY samples at 21 and 39 days compared to WET samples. Cooking losses were lower in dry maturation (22.1%, 14.6% and 11.3% for D0, D21, D39) than in vacuum maturation (22.2%, 25.9% and 26.8% for W0, W21 and W39). Total weight losses were 51.3% and 58.4% in D21 and D39 and only 0.8% and 1.1% in W21 and W39, respectively. The total aerobic count analysis at 39 days for wet maturation presented an average of 7.80 ± 0.34 log cfu/cm², and for dry matured samples it was not detected. In the consumer panel, the main differences in General Acceptability, Tenderness, Taste and Purchase Intention were observed between time 0 and the other treatments. In both maturation methods, good quality meat is obtained around 21 days, with acceptable pH values, cooking losses and hygienic quality. From the sensory point of view, it can be concluded that both the dry and wet maturation processes manage to improve the sensory attributes, while no differences are observed that make any method or time preferable.

1. INTRODUCCIÓN

La producción ovina ha sido uno de los grandes protagonistas en la historia del desarrollo económico y social del Uruguay, siendo hoy el quinto país exportador de carne ovina del mundo luego de Australia, Nueva Zelanda, India y la Unión Europea. En los últimos años la producción ovina en el Uruguay ha disminuido de manera drástica, siendo sustituida actualmente por la agricultura, ganadería intensiva y la forestación. El último censo general agropecuario (2011) refleja un estancamiento a lo largo de los años en 7,4 millones de cabezas ovinas. Actualmente la producción se concentra en el norte del país (Artigas, Salto, Tacuarembó y Paysandú) y alguna zona en las sierras del este; siendo las razas predominantes Corriedale, Merino Australiano, Ideal, Merino Donhe, entre otras, con un 15% del total de las razas orientadas a la carne (Texel, Romney, Poll Dorset).

La carne ovina de calidad surgió como producto desarrollado por el secretariado uruguayo de la lana (SUL) para mejorar la rentabilidad y la sustentabilidad de los sistemas ovinos del Uruguay.

La faena actual se compone de corderos mamonos y corderos pesados siendo estas las categorías que generan carne de calidad; luego capones y ovejas de refugio. (Instituto Nacional de Carnes, INAC, 2020).

En 2018 se exportaron en todos los rubros 327 millones de dólares representando la carne ovina un 21% del total (Secretariado Uruguayo de la lana, s.f.)

De acuerdo a lo ya mencionado anteriormente, siendo la carne de cordero la de mejor calidad y precio mundialmente aceptada, sería una ventaja para nuestro país poder generar más información sobre procesos que agreguen valor y calidad a sus productos.

El fundamento de este ensayo experimental es poder generar información objetiva para comparar y evaluar los métodos de maduración en seco (dry aging) y húmedo (wet aging) de carne de cordero durante 21 y 39 días, con el objetivo de agregar valor al producto y así acceder a nichos de mercado de calidad premium.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Producción de carne ovina en Uruguay

La producción ovina en general del Uruguay ha sido históricamente una de las principales protagonistas del desarrollo económico y social del país, así como también en la actualidad de la estructura exportadora, siendo la carne de cordero la carne ovina de mejor calidad mundialmente aceptada. En función de los atributos de calidad de la carne de cordero es que el SUL (Secretariado Uruguayo de la Lana) desarrolló el producto de cordero pesado para mejorar la rentabilidad y la sustentabilidad de los sistemas ovinos del Uruguay.

La carne ovina se posiciona como un segmento de alto valor dentro del mercado internacional de proteína animal, esto se debe a que es parte de un mercado relativamente pequeño en el comercio internacional de carnes. Entre la carne aviar, porcina, bovina y ovina, esta última es la de menor magnitud relativa en el comercio mundial. La comercialización anual promedio de carne ovina en los últimos cinco años fue de 5,2 mil millones de dólares y 870 mil toneladas aproximadamente. Esto representa el 6% del valor y 3% del volumen comercializado internacionalmente de carnes y menudencias. El mercado internacional de carne ovina ha crecido 63% respecto a los valores comercializados en 2010. La mayor parte de este aumento se explica por China, que representa el 65% del incremento total, Estados Unidos y Qatar fueron el segundo y tercer importador con más dinamismo en este periodo. En los últimos cinco años, la carne ovina se ha comercializado a un precio promedio de 5700 dólares por tonelada aproximadamente, esto es cuatro veces superior al de la carne aviar y dos veces superior al de la carne porcina, para la carne bovina la brecha es 20% a favor del ovino.

La tendencia de largo plazo muestra un marcado encarecimiento relativo de esta proteína respecto al resto de las carnes. Desde el 1990 la carne ovina se ha encarecido a un ritmo anual promedio de 3%. Existe demanda sostenida y creciente para la carne ovina uruguaya. En 2020, Uruguay exportó carne ovina por un valor de 76 millones de dólares y 15 mil toneladas. Esto representa el 4% de la exportación total de carnes y subproductos. En los primeros cinco meses de 2021, las exportaciones de carne ovina alcanzan un valor de 51 millones de dólares y 10 mil toneladas, representando un crecimiento de 140% en valor y 150% en volumen respecto al mismo período de 2020.

En cuanto a los productos, se percibe una clara tendencia a la concentración de las exportaciones en carcasas, canales y medias canales en detrimento de cortes definidos. Este patrón está directamente relacionado con el aumento de la participación de China en la canasta de destinos de exportación uruguaya.

Referido al acceso a mercados nuestro país está en un nivel “intermedio” de acceso a los mercados internacionales de carne ovina, actualmente, accede al 43% del comercio mundial. De este valor, 31 puntos porcentuales se explican por la entrada al mercado de carne con hueso a China. Los que siguen en relevancia son los mercados con hueso de Estados Unidos y el de Emiratos Árabes Unidos. Cabe destacar que Arabia Saudita, UE y Reino Unido, por ejemplo, son países para los que existe habilitación sanitaria pero distintos elementos inhiben que se materialice el comercio en volúmenes sustantivos (INAC, 2021).

2.2 Calidad de la carne ovina como concepto general

La calidad implica establecer determinados parámetros que debe cumplir un producto normalmente elaborado de forma masiva, en serie, o al menos, de forma repetitiva. Podemos definir calidad como una serie de características que le otorgan al producto una mayor aceptación y lo valoriza frente al consumidor o a la demanda del mercado general (Colomer-Rocher, 1988). La calidad es determinante para fijar a posteriori el precio de determinado producto. Por una parte, es un término subjetivo, ya que varía con los individuos que la juzgan; es relativo porque depende de la situación de la persona en el momento del juicio y dinámico porque varía con el espacio y en el tiempo en función de lo que le gusta al público (Naumann, 1965).

En la actualidad, lo referido a la calidad del producto ha tomado gran importancia en lo que a productos alimentarios se refiere. La tecnología moderna ha permitido la existencia de una amplia variedad de productos cárnicos buscando ampliar el rango de gustos del consumidor, manteniendo la calidad, lo que ha llevado a cambios en la forma de consumo de las carnes rojas y por consiguiente su forma de comercialización. En este sentido se considera una necesidad la utilización de métodos que aseguren que los productos posean el valor nutritivo y sensorial deseado por el consumidor con el mínimo de riesgos sanitarios. A nivel mundial, una gran cantidad de información científica ha permitido identificar y cuantificar la incidencia de factores sobre los parámetros que inciden mayoritariamente en la calidad de la carne como ser: el color, la textura de la carne, la composición química de la grasa, la capacidad de retención de agua-jugosidad (CRA), el sabor, entre otros (Feed, 2009).

La calidad puede observarse desde distintas perspectivas, dentro de las cuales podemos destacar la higiénico-sanitaria, nutricional, de servicio, subjetiva, de presentación, tecnológica y sensorial, entre otras. Consideramos relevante desarrollar aquellas pertinentes al tema como lo son la higiénico-sanitaria, subjetiva y sensorial:

- Calidad higiénico-sanitaria: hace referencia a la inocuidad del producto, ningún alimento puede atentar contra la salud del consumidor.
- Calidad subjetiva: está relacionada con las cualidades del producto que son de difícil medición como por ejemplo el lugar de origen, la ética como lo es el bienestar animal y conservación de medio ambiente, entre otras.
- Calidad sensorial: comprende las características percibidas a la hora de la compra o el consumo que proporcionan cierto grado de satisfacción al consumidor como lo es el color, la terneza, la textura, el sabor, el aroma y la jugosidad (Consigli, 2001).
- Calidad instrumental: referido a mediciones objetivas con diferentes instrumentos de laboratorio (Feed, 2009).

2.3. Calidad de la canal y carne ovina

La bibliografía define la canal ovina como el cuerpo del animal sacrificado, sangrado, desollado, eviscerado, sin cabeza ni extremidades. Es el producto primario o materia prima para la producción de carne, que es el producto terminado. La calidad depende fundamentalmente de sus proporciones relativas en términos de hueso, músculo y grasa (máximo de carne, mínimo de hueso y óptimo de grasa). Existen varios factores que influyen sobre la calidad de la canal, por ejemplo, el manejo en el establecimiento, el transporte, el manejo en la planta frigorífica y el manejo post

faena. También hay factores que determinan la calidad de la misma siendo éstos: el peso, el cual resulta muy influenciado por las preferencias del mercado y repercute directamente en los demás componentes de la calidad de la canal. El rendimiento de la canal que resulta un indicador valioso, particularmente para aquellos países (como el Uruguay), donde el sistema de comercialización se basa en el pago del animal en cuarta balanza (kilogramos de carne), como también el engrasamiento, la conformación, la terminación, la composición y mediciones morfométricas (Bianchi et al., 2008 a; Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, INIA, 2014).

Si se compara la atención que le otorga el sector primario a los aspectos vinculados con la canal (peso de canal y rendimiento, conformación y engrasamiento) o a la carne (pH, capacidad retención de agua o jugosidad, color y terneza), se observa la hegemonía de los primeros sobre los segundos. No obstante, la priorización debería estar dirigida a valorar la calidad de la carne frente a la calidad de la canal, que es en definitiva lo que se come (Bianchi, Bentancur, y Sañudo, 2006).

Conformación y engrasamiento de la canal ovina

En el caso de la canal ovina existe una clasificación y tipificación subjetiva de canales que para Uruguay las podemos apreciar en el manual de carnes bovina y ovina del Instituto Nacional de Carnes (INAC).

Una de las características de la canal que incide en los demás componentes de la misma es el peso y máxime si se utiliza el peso en cuarta balanza (peso determinado luego del dressing de la canal en la línea de producción) como lo es en Uruguay para el pago del animal (Bianchi et al., 2008 b). Evaluar las canales a través de la determinación de su morfología o conformación cobra real importancia ya que se realiza con un objetivo económico.

La conformación se puede definir 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 (Feed, 2009).

Clasificación y tipificación

En Uruguay se clasifican a los ovinos según edad en:

- Corderos/as (0 incisivos permanentes)
- Borregos/as (2 a 4 incisivos permanentes)
- Adultos (6 a 8 incisivos permanentes)

Se realiza la tipificación en base a cuatro grados de conformación, por apreciación subjetiva, de masas musculares en una escala que se identifica con las siglas S-P-M-I desde un gran desarrollo muscular hasta su marcada carencia, y una escala que contempla tres grados de engrasamiento 0-1-2 carencia total de grasa de cobertura hasta una cobertura excesiva.

Las escalas utilizadas para las transacciones comerciales en los diferentes países son en general subjetivas y cumplen satisfactoriamente con las exigencias.

Sin embargo, para establecer diferencias claras que puedan ser extrapolables para fijar calidad desde el punto de vista de la canal y de la carne se hace necesario caracterizar las canales con métodos objetivos que son utilizados para la investigación (Feed, 2009; INAC, s.f.).

Mediciones objetivas en la canal ovina

- Longitud de la canal
- Longitud de pierna y parámetro de pierna
- Medición del grado de engrasamiento punto GR
- Peso de grasa perirrenal (Feed, 2009).

2.3.1. Calidad instrumental

La calidad instrumental se refiere a los análisis de laboratorio, con el fin de determinar parámetros objetivos de calidad de la carne. Es poco práctico analizar la totalidad de los músculos de un animal involucrados en los diferentes cortes, dada la complejidad y costos que implica un trabajo de esas características. Por lo cual hay que establecer una referencia anatómica, de la cual extrapolar los parámetros analizados, a todos los músculos del animal, con la menor variación en los resultados. Debido a esto, se estableció a nivel experimental utilizar como referencia el *longissimus dorsi* para realizar las mediciones y poder comparar los valores objetivamente.

Sañudo et al., (2005) mencionan que de 190 trabajos realizados en calidad de carne ovina, un 93% realizó su estudio sobre el músculo *longissimus dorsi*, un 21,4% sobre los músculos *semimembranosus* y *biceps femoris*, y el 6,9% sobre el músculo *triceps brachii*. Sañudo et al., (2005) propone una metodología para estandarizar el lugar donde se extraen las muestras, con el fin de minimizar la variación que se produce al extraer varias partes del músculo, especialmente del músculo *longissimus dorsi*, cuya longitud hace que se pueda extraer muestras de varias partes del mismo (Feed, 2009). A su vez, también se han utilizado secciones de desposte como la pierna de cordero para su análisis (Zhang et al., 2011) ya que es una parte del animal de carne de alto valor.

pH

El pH de la carne es una de las principales características que determinan la calidad del producto. Está influida por muchos factores que pueden interactuar entre sí determinando la curva de descenso del pH. Este rasgo es el factor principal en determinar las características organolépticas color, olor y terneza de la carne, además de afectar la capacidad de retención de agua (jugosidad) de la carne (Bianchi et al., 2008 a).

Cuando el pH final de la canal luego de la maduración es mayor a 5,9 tiene efectos perjudiciales sobre su calidad y vida útil. Si ocurre un manejo incorrecto de los animales previo a la faena esto no permite una evolución post-mortem normal, por lo que los procesos bioquímicos y biofísicos que se desencadenan después de la muerte del animal para que el músculo se transforme en carne, no se pueden desarrollar con el suficiente glucógeno (fuente de energía) para transformarlo en ácido láctico (responsable de la acidez), por lo que no se logra el pH normal de la carne, que es del orden de 5,6 a 5,8. Al alterarse dicho proceso de evolución post mortem se crean las condiciones para la aparición del fenómeno “corte oscuro” donde el color y la textura de la carne se ven alterados, acortando la durabilidad de la misma (INAC, 2012).

Capacidad de retención de agua

Se define como la propiedad que tiene la carne de contener el agua existente en las estructuras del tejido muscular en forma libre o inmovilizada. Desde el punto de vista

ultraestructural, la CRA depende del tamaño de la zona H (espacio libre donde se retiene agua), y de la existencia de moléculas que aportan cargas y permiten establecer enlaces con las moléculas de agua. Las proteínas del tejido conectivo retienen el 10% de agua, las sarcoplásmicas el 20% y las miofibrilares el 70%.

Durante el proceso de producción, enfriado, desposte, envasado y consumo (cocción) a la que se somete la carne, esta puede perder un porcentaje que puede variar por diferentes factores por ejemplo luego del sacrificio y cuando se la somete a enfriamiento, en cámaras con equipos que mueven el aire a una velocidad variable, se produce una evaporación del agua de la superficie de la canal, estas pérdidas pueden variar hasta un 2% o más según la humedad relativa ambiente de la cámara en donde es depositada. Cuando la carne es troceada para su desposte y elaboración de cortes genera pérdidas por goteo pudiendo llegar hasta un 6%. El congelamiento y subsiguiente descongelación, son factores de mucha pérdida de agua, el congelamiento rápido y el descongelamiento lento reducen este efecto. Uno de los factores de mayor pérdida de agua de la carne es la cocción, pudiendo llegar hasta un 40%.

Hay determinados métodos para medir la capacidad de retención de agua, el más utilizado para carnes de ovinos y bovinos es el método de pérdidas por compresión. También existe el método de pérdidas por cocinado y el método de pérdidas por goteo (Feed, 2009, p.202).

Color instrumental

Su medición objetiva se puede llevar a cabo a través de un instrumento llamado colorímetro. El más utilizado a nivel de la determinación de parámetros de calidad de la carne es el Minolta que determina los parámetros L^* , a^* , b^* , utilizando el espacio de color CIELAB (Feed, 2009). L^* es el valor de claridad o luminosidad (lightness), variando entre 0 (negro) y 100 (blanco) cuanto mayor es su valor, más luminosa resulta la carne, a^* refiere al índice de rojo varía entre -60 y 60, con valores positivos rojos y valores negativos verdes, b^* corresponde al índice de amarillo varía entre -60 y 60, siendo amarillo con valores positivos y azul con valores negativos.

La carne ovina suele tener valores de L^* mayores de 35 y valores positivos de a^* y b^* (Albertí, Ripoll, Albertí C y Panea, 2016).

Los rangos deseables de estos tres parámetros del color de la carne, dependen de las características socioculturales de los consumidores a los cuales esté destinada la misma.

En general, las variables del color son afectadas por la edad, con una tendencia hacia el incremento de la cantidad de pigmentos y el índice de rojo (a^*) y la disminución de la luminosidad (L^*) (Sañudo y Alfonso, 1999). La coloración más oscura de la carne de ovejas de descarte en comparación con la proveniente de animales de menor edad es uno de los factores que podrían limitar la aceptación de este producto en el mercado (Civit, Diaz, Rodriguez y Gonzalez, 2014, p.165).

Textura instrumental

Uno de los parámetros más importantes de la calidad de la carne es la textura instrumental. Todos los métodos utilizados miden directa o indirectamente la resistencia de las diferentes estructuras que componen la carne (Feed, 2009). El método de medición de la textura instrumental más utilizado es el que se realiza mediante la fuerza de corte mecánica por parte de una guillotina o cizalla utilizando la celda Warner-Bratzler (WB).

Dentro de los parámetros que definen la calidad de la canal y de la carne, la textura depende de numerosos factores relacionados con la producción y el manejo previo y posterior al sacrificio.

1. Antemortem:

Intrínsecos: raza, individuo, sexo, peso de faena, edad, otros.

Extrínsecos: sistema de producción, dieta, manejo, entre otros.

2. Premortem: transporte, ayuno, manejo, sacrificio, otros.

3. Postmortem: frío, tiempo de maduración, tipo de músculo, tiempo de conservación, método de cocción, otros.

Los factores pre y post mortem tienen una importancia fundamental en la terneza de la carne ya que todos los esfuerzos de producción tendientes a lograr un producto de calidad pueden ser inútiles si en las etapas posteriores no se realiza un manejo correcto.

Es bien sabido que el almacenamiento y la consecuente maduración de la carne a temperaturas de refrigeración resulta en una mejora significativa de su terneza. Esto se debe fundamentalmente a la proteólisis postmortem de las proteínas del músculo por la acción del sistema proteolítico calpaína (Veiseth and Koochmarraie, 2005) que degrada las miofibrillas (González, Civit, Diaz, Ciccimarra y Serna, 2011).

2.3.2. Atributos sensoriales

Los atributos sensoriales de la carne se definen como el conjunto de características que le confieren al producto los consumidores. La evaluación sensorial es una evaluación primaria del hombre, que de forma consciente o inconsciente, acepta o rechaza los alimentos de acuerdo con la sensación que experimenta al observarlos, ingerirlos, o asociarlos a experiencias agradables o desagradables (Sañudo & Muela, 2010). Las características sensoriales son las que se detectan a través de los sentidos, por medio de la vista (color, forma, tamaño, apariencia), tacto (textura, consistencia), olfato (olor), gusto (sabor, terneza) y audición (crepitación). El atributo que tiene mayor importancia al momento de la compra es el color, y al consumirla, la terneza (Sañudo & Muela, 2010).

Hay que tener en cuenta que existe una muy baja correlación entre la apariencia visual de la carne y su calidad al momento de ser consumida. La satisfacción del consumidor con el producto queda definida al momento de consumir la carne, mientras que la elección durante la compra queda definida por su apariencia visual (color, contenido de grasa) (Feed, 2009).

Existen cuatro atributos sensoriales que son considerados fundamentales para la evaluación sensorial de la carne: terneza, sabor, jugosidad y aceptación en general.

Terneza: es una de las características más importantes a la hora del análisis sensorial y uno de los principales factores de aceptación o rechazo de la carne. Por medio de la terneza se evalúa la facilidad de masticación de la carne (Guerrero, 2001).

Jugosidad: está determinada por la cantidad de agua y grasa que contiene el músculo. Se da en dos pasos: la primera es la sensación de humedad en las primeras masticaciones; y la segunda es la sensación que se mantiene en la boca por la estimulación de la grasa sobre la salivación (Varela et al., 2001).

Sabor: es un sentido complejo de evaluar ya que siempre se presenta en conjunto con el aroma. Ambos son determinados por una serie de compuestos químicos que se presentan en distintas concentraciones (Guerrero, 2001).

Aceptación en general: está determinada por las tres variables anteriormente mencionadas.

El estudio de los caracteres sensoriales de la carne adquiere una especial importancia, e incluso toma el carácter prioritario, para cualquier estudio que tenga como objetivo analizar la influencia de los distintos factores productivos o tecnológicos sobre el producto final y por lo tanto a la larga sobre su aceptabilidad (Sañudo & Muela, 2010).

2.4. Métodos de maduración de la carne ovina

El proceso de maduración de la carne es el proceso mediante el cual la acción continua de los sistemas enzimáticos calpaína y calpastatina rompen las proteínas que se encuentran dentro del músculo luego de la etapa del rigor mortis. Desde otro punto de vista podríamos expresar que la maduración de la carne es el arte de crear un producto excepcionalmente tierno a través de un proceso que utiliza las enzimas naturales que componen la misma, obteniendo con el paso del tiempo mayor ternura y sabor (Vitale, 2016).

Existen factores que pueden influir sobre la ternura de la carne, como la temperatura (su incremento produce mayor actividad enzimática de las proteasas involucradas en el proceso); el pH (el menor ablandamiento ocurriría a pH intermedio, lo que parecería estar asociado a una menor actividad enzimática); en cuanto a la especie, está asociada a diferencias en la actividad de calpaína y calpastatina; tipo de músculo, asociado a la velocidad de contracción; tipo de metabolismo y velocidad de caída de pH, raza, sistema de producción y alimentación; método de envasado (el envasado al vacío permitiría prolongar el tiempo de maduración sin comprometer la calidad higiénica del producto y partiendo de un tiempo de maduración en canal no superior a 48 h); (Beltran et al., 2001; Bianchi et al., 2008 a).

Posterior al sacrificio, el músculo sufre una serie de transformaciones bioquímicas, conocidas como maduración, que afectan a la estructura de las miofibrillas dando como resultado una mayor ternura de la carne (Bianchi et al., 2006).

El proceso de maduración de la carne es una de las tecnologías utilizadas para la mejora de la calidad de la carne ovina, tanto luego de la faena en cámaras de frío, como durante su envasado y/o conservación. La maduración post mortem de la carne ovina es un proceso natural que mejora las características sensoriales de la carne, especialmente la ternura y el sabor. Esta maduración se consigue sometiendo la canal, los cortes primarios y/o los cortes individuales, a condiciones ambientales controladas, con una temperatura, humedad y velocidad del aire determinadas. Luego de la maduración en cámara de frío en el frigorífico para superar el rigor mortis, existen métodos de conservación que utilizan el proceso de maduración para mejorar la calidad de la carne. El más utilizado es el envasado al vacío, que es la maduración húmeda (maduración al vacío o *wet aging* en inglés), y existe también el método de maduración en seco (*dry aging* en inglés). Los principales cambios que se producen en la carne durante estos procesos de maduración son aumento de la ternura y concentración de los compuestos volátiles responsables del sabor. A su vez, durante el *dry aging* ocurren pérdidas de peso por evaporación, generando aumento del costo de producción, y por lo tanto un aumento de precio de venta al público.

La carne madurada en seco es un producto de nicho gourmet preferido por los proveedores de carne para la mayoría de los restaurantes de calidad premium. El

sabor distintivo de la carne madurada en seco tiene un precio más alto en el mercado, pero se exporta muy poca carne madurada desde su país de origen.

En un experimento realizado en Nueva Zelanda por Zhang et al., (2018) se maduró la carne ovina durante 21 días en dos tipos de proceso: en seco (utilizando la bolsa permeable al oxígeno) y en húmedo (envasada al vacío). Como resultados se obtuvo que en la maduración en seco hubo menor recuento total aerobio (RTA en log ufc/g), y el pH y el porcentaje de pérdida por cocinado fue más alto. En color instrumental se obtuvieron diferencias significativas en a^* (15, 26^a en wet y 13, 91^b en dry), y en b^* (13, 27^a en wet y 11, 95^b en dry). Por parte del panel de consumidores se obtuvo que las muestras maduras en seco fueron más tiernas y menos masticables en comparación a las maduras en húmedo. No hubo diferencias significativas en elegir un tipo de maduración u otro, sin embargo, un 41% de los consumidores prefirieron la carne madurada en seco probablemente debido a su típico y único sabor, mientras que el resto prefirió la carne madurada en húmedo por su ternura y sabor más familiar.

En otro experimento realizado por Burvill (2016) en Australia, con un período de maduración en seco de carne ovina durante 39 días, se obtuvieron resultados similares al experimento de Zhang et al., (2018). Se demostró que la maduración en seco de la carne de cordero logra conseguir un producto de mayor calidad, aumentando la ternura, el sabor, y disminuyendo los sabores menos deseables (sabores sanguinolentos, metálicos y rancios) en comparación con la maduración en húmedo. A pesar de las mayores pérdidas de peso y del menor rendimiento vendible de la carne dry aged este tipo de carne en los restaurantes podría venderse por un precio superior al 20-30% sobre el cordero madurado en húmedo. En este experimento todos los cortes de carne de cordero madurados en seco fueron más apreciados por el panel sensorial que los madurados en húmedo, lo que es un antecedente muy importante para este tipo de carnes.

En ambos experimentos se obtuvieron resultados similares en cuanto a las ventajas y/o desventajas de los métodos de maduración dry y wet.

Se demostró que la maduración en seco de la carne de cordero logra conseguir un producto de mayor calidad, aumentando la ternura, el sabor, y disminuyendo los sabores menos deseables. Además, que podría producirse como producto de valor agregado dirigido a un porcentaje de consumidores con ingresos elevados en comparación con la maduración en húmedo.

2.4.1. Parámetros técnicos - ambientales para maduración de carne ovina

Los parámetros ambientales a tener en cuenta son tiempo de maduración, temperatura, humedad relativa y flujo de aire. Todos estos factores deben ser rigurosamente controlados con el fin de obtener un producto superior, con un óptimo de ternura y sabor (Dashdorj, Tripathi, Cho, Kim, & Hwang, 2016).

Tiempo de maduración

Bianchi et al., (2004) evaluaron el efecto del tiempo de maduración sobre la ternura (Warner-Bratzler) de la carne de corderos pesados (>32 kg de peso vivo) Corriedale y cruza Hampshire Down x Corriedale. Se trabajó sobre muestras del músculo *longissimus dorsi* envasadas al vacío y la maduración se realizó en una cámara de refrigeración a 4°C, durante 1, 2, 4, 8 y 16 días. La tabla 1 especifica lo observado en dicho experimento, que a medida que transcurre la maduración la carne se hace

más tierna hasta el día 8, a partir de ese momento, los cambios en la terneza son muy pequeños (González et al., 2011).

Tabla 1. Revisión bibliográfica sobre terneza de la carne de corderos pesados según tiempo de maduración.

Tiempo de maduración (días)	1	2	4	8	16
Fuerza de corte (kg)	4.8	4.4	4.0	3.1	2.8

Fuente: Efecto del tiempo de maduración sobre la textura de la carne de ovejas de refugio de la raza Corriedale (González et al., 2011).

Bianchi et al., (2006) realizaron un experimento de maduración de carne de cordero como una herramienta para mejorar su terneza y calidad sensorial. Se encontró que la textura de la carne sólo resultó afectada por el tiempo de maduración, encontrándose los valores de fuerza de corte más bajos transcurridos 8 días post sacrificio, no obteniendo cambios importantes, aunque la carne madure hasta el día 16. Dentro de los efectos contemplados para cada una de las características sensoriales evaluadas como ser intensidad de olor a cordero, intensidad a olores extraños, terneza, jugosidad, sabor, apreciación global; el más importante fue el efecto catador.

Contrariamente al comportamiento señalado para las características de textura de la carne, la intensidad de olores extraños comienza a hacerse más evidente a partir de los 8 días de maduración, en particular para la carne proveniente de corderos cruza, donde las diferencias conforme avanza la maduración alcanza efectos significativos. El sabor a cordero registró la misma tendencia general, encontrándose los valores mayores a partir del día 8 de maduración.

En la tabla 2 se resumen resultados de diversos experimentos realizados por diferentes autores en los cuales son coincidentes con resultados de la tabla 1 en relación al ablandamiento de la carne conforme al tiempo de maduración.

Tabla 2. Revisión bibliográfica de resultados experimentales sobre el efecto de la maduración en la textura instrumental y calidad sensorial de carne ovina.

Referencias	Especie y raza	Músculo	Tratamiento	Principales resultados
Shorthouse et al., (1986)	Ovino-sin especificar	<i>Longissimus dorsi</i> y <i>Semimembranosus</i>	0,1,2,3,6 y 14 días de maduración	El tiempo de maduración resultó la variable más importante (frente a la estimulación eléctrica y la tasa de enfriamiento), registrándose una mejora en la terniza de la carne conforme transcurrió la maduración de 0 a 14 días y la temperatura se elevaba de 0 a 9°C.
Beltrán (1988)	Ovino- Rasa Aragonesa	<i>Longissimus dorsi</i>	1,4 y 7 días de maduración	Fuerte efecto ablandador conforme transcurrió la maduración.
Heeler y Koohmaraie (1994)	Ovino- sin especificar	<i>Longissimus dorsi</i>	Sacrificio - 3 horas, 3-24h y 14 días de maduración	Desde el sacrificio y hasta las 3 horas postmortem ocurrió una disminución en la fuerza de corte y luego se incrementó hasta las 24 horas, para finalmente disminuir conforme transcurría la maduración.
Vergara y Gallego (2000)	Ovino-Manchega	<i>Longissimus dorsi</i>	1,5,8 y 14 días de maduración	Se registró una disminución en la fuerza de corte conforme transcurrió la maduración, particularmente en el lote de corderos que habían sido insensibilizados eléctricamente previo al sacrificio.
Beltrán et al., (2001)	Ovino- Rasa Aragonesa	<i>Longissimus dorsi</i> , <i>Semitendinosus</i> , <i>Semimembranosus</i> , Glúteo-bíceps	3 días de maduración en canal vs 1,2,4 y 8 días de maduración en canal + 21 días envasado al vacío	No se registraron diferencias en la textura instrumental (métodos de compresión y Warner-Braztler) de la carne madurada más de 22 días, independientemente del tiempo de maduración previo en canal (1-8 días). De las notas sensoriales relevadas (olor a cordero, sabor a grasa, a hígado, calidad de sabor y apreciación global), los catadores solo encontraron diferencias en la terniza, jugosidad y sabor a hígado, separando claramente el grupo testigo (peor) de las muestras de los tiempos de maduración en canal 1,2,4 y 8 días que fueron más tarde envasadas durante tres semanas al vacío. Los consumidores también encontraron muestras testigos menos tiernas que las otras y también prefirieron globalmente, independientemente del

				músculo analizado, los otros tratamientos frente al testigo.
Devine et al., (2002)	Ovino-cruza Romney Marsh	<i>Longissimus dorsi</i>	0,8,26 y 72 h de maduración a temperaturas de rigor mortis de 18 y 35°C	El rigor a 18°C produjo carne más tierna conforme transcurrió la maduración.
Martínez-Cerzo et al., (2002)	Ovino- Merino Español, Churra y Rasa Aragonesa	<i>Semitendinosus</i> y <i>Semimembranosus</i>	1,2,4,8 y 16 días de maduración	Se registraron mejoras en la nota de terniza asignada por el test de consumidores conforme transcurrió la maduración desde 1 hasta 8 días, sin cambios apreciables entre el día 8 y 16, particularmente en los músculos Semimembranosus y en las razas Churra y Merino Español.
Kuber et al.,(2003)	Ovino-7/8 Columbia x 1/8 Dorset	<i>Longissimus dorsi</i>	1,3,6,12,24 y 48 días en animales portadores del gen Callipyge y testigos	Se registró un efecto ablandador conforme transcurrió la maduración, particularmente en los corderos que no presentaban el gen que provoca la hipertrofia muscular.
Medel et al., (2003)	Ovino- Rasa Aragonesa	Semitendinosus, Semimembranosus, Glúteo-bíceps	1 día de maduración en canal + 5,10 o 15 días en atmósferas modificadas (60% de O2, 30% CO2 y 10% de Nitrógeno)	No se registraron diferencias sobre la calidad sensorial (terniza, olor y sabor de los diferentes productos).

Nota. Fuente: La maduración de la carne de cordero como una herramienta para mejorar su terniza y calidad sensorial (Bianchi et al., 2006).

Temperatura

La temperatura del ambiente que rodea al alimento es uno de los factores más importantes para la preservación del producto. La práctica de mantener los alimentos a temperatura adecuada pretende mantener la calidad e inocuidad microbiológica.

Para el caso de alimentos que no se van a consumir tan rápidamente, se pueden mantener refrigerados a $\leq 5^{\circ}\text{C}$ (Espinales, 2012).

La temperatura durante la fase del rigor mortis puede afectar no solo la terneza de la carne, sino también su tasa de ablandamiento durante la maduración. Las condiciones de enfriamiento o refrigeración de las canales en el periodo de desarrollo del rigor mortis, son importantes sobre todo en corderos, debido a que por su bajo peso son más susceptibles al acortamiento por frío. Esta situación resulta de particular interés para los frigoríficos de Uruguay que suelen proceder a la refrigeración rápida de las canales inmediatamente después de su preparación. En este sentido, se señalan mejoras en la terneza instrumental y sensorial conforme se retrasa la entrada de las canales de cordero en las cámaras de refrigeración hasta 8 hs después del sacrificio a una temperatura de $12\text{-}13^{\circ}\text{C}$, sin efectos negativos sobre la calidad higiénica de la carne o las pérdidas de peso en las primeras 24hs (Bianchi, 2008 a, p.139).

Humedad relativa

La humedad relativa del aire tiene un rol crucial en el proceso de maduración en seco. Es recomendada una humedad relativa entre 61 a 85%, y se debe chequear la misma diariamente durante todo el proceso de maduración (DeGeer et al., 2009; Primesafe, Agency of the Government of the State of Victoria, n.d.). Si la humedad supera el 85%, los hongos y bacterias alterantes pueden proliferar, generando malos olores y mal sabor. También, puede provocar la sudoración de la carne, creando una superficie pegajosa poco agradable. Si la humedad es inferior al 60%, se restringirá el crecimiento bacteriano, pero promueve una alta evaporación, generando altas pérdidas de peso por evaporación, y por lo tanto causaría una carne con poca jugosidad (Perry, 2012).

La necesidad de humedad o de actividad de agua (a_w) es entendida como la integración del contenido total de agua y las sustancias en ella disueltas (electrolitos, ácidos, azúcares, sustancias nitrogenadas solubles, etc). De modo general, la actividad de agua de la carne fresca es de 0,99 o más, lo que contribuye a favorecer el surgimiento de gran variedad de bacterias (Pardi et al., 2001). Para Frazier (1972), las bacterias tienen niveles mínimos de a_w para su crecimiento, mucho más elevados, que los encontrados para levaduras y hongos. Los valores mínimos de a_w que permite la multiplicación de microorganismos alterantes de los alimentos son de 0.91 para las bacterias y de 0.88 para hongos (Frazier, 1972).

Velocidad y flujo de aire

La U.S. Meat Export Federation (USMEF) (2014) recomienda que la velocidad del aire en la cámara de maduración esté entre 0,5 y 2 m/s para un correcto secado en el proceso de maduración dry aged. La velocidad de aire y el flujo deben ser uniformes durante todo el proceso de maduración, y es crítico al comienzo del mismo. Si no llega suficiente aire a las piezas, no se genera la suficiente humedad para lograr el proceso de secado necesario en la maduración. Sin embargo, si hay demasiada circulación del aire, la carne se seca demasiado rápido y se incrementan las pérdidas de peso finales del producto debido a un exceso de pulido (J. W. Savell,

2008). El flujo de aire puede ser controlado con una unidad de refrigeración correctamente diseñada, con rejillas de acero inoxidable, estanterías perforadas, ganchos, ventiladores suplementarios, sistemas de filtración de aire y luces UV (Baird, 2008; Primesafe, Agency of the Government of the State of Victoria, s. f.). Para prevenir el deterioro, las porciones de carne deben estar adecuadamente separadas unas de otras para permitir un flujo de aire eficiente y controlado a través de las mismas (USMEF, 2014). Los cortes destinados a maduración en seco deben estar colocados con la grasa o el hueso hacia abajo, en contacto con el estante, de esta manera el aire puede circular sobre todos los lados del corte (Bistolfi, Pereira y White, 2021).

2.4.2. Parámetros microbiológicos

Cuando la carne destinada a la maduración es manipulada en exceso puede contaminarse y los microorganismos patógenos pueden desarrollarse rápidamente y producir toxinas que no puedan ser eliminadas con la cocción. La calidad microbiológica de la carne debería ser monitoreada para testear tanto bacterias patógenas como también deteriorantes. Los microorganismos más importantes que deben ser medidos en laboratorio son *E. Coli* y enterobacterias (*Salmonella*, *Shigella* y *Yersinia*). Estas bacterias son indicativas de otros patógenos que podrían desarrollarse.

A nivel nacional existe el Reglamento Bromatológico Nacional (en el Decreto 315/994 y su posterior actualización en el decreto 210/018) que establece las definiciones y parámetros para carne y subproductos. En el Capítulo 13.1.18 establece que “no se podrá destinar a consumo directo carnes enfriadas y congeladas producidas en el país o importadas que superen los parámetros microbiológicos establecidos en el artículo 13.1.19. y 13.1.20”, el cual se determinó en 1×10^7 ufc/g de microorganismos aerobios mesófilos.

La maduración en seco involucra restringir el crecimiento bacteriano y estimular el crecimiento de mohos beneficiosos. Burvill (2016) en un estudio realizado en Australia, no observó crecimiento de moho en la carne madurada en seco, en ningún momento del proceso. Similares resultados para el crecimiento de *E. coli* y levadura, *salmonella* y *pseudomonas*. Estos resultados alentadores son debidos a que la mayoría de los microorganismos necesitan de humedad para su supervivencia y crecimiento. Dada la naturaleza de la maduración en seco (almacenar carne fresca en un ambiente abierto sin ningún empaquetado), el crecimiento bacteriano durante la maduración podría ser una posible preocupación para la inocuidad alimentaria. Sin embargo, aunque depende mucho de las condiciones ambientales (temperatura, humedad relativa, flujo de aire, días de maduración, etc.), la maduración en seco es considerada un proceso seguro (Algino, Ingham, y Zhu, 2007).

Burvill (2016), en su experimento de maduración de carne de cordero en seco durante 39 días obtuvo los siguientes resultados a nivel del análisis microbiológico de la carne: el recuento total de aerobios en ufc/cm² no se detectó. Tampoco se detectó *E. coli* y levaduras, moho no se detectó al igual que *pseudomonas* y *salmonellas*. Estos resultados son coincidentes con el tipo de maduración (Dry), ya que todos los microbios requieren de humedad para su desarrollo y sobrevivencia. En dicho experimento los resultados a nivel de análisis microbiano fueron sumamente alentadores para este tipo de maduración, igualmente siempre vale tener en cuenta las instalaciones en la cual se realiza dicho proceso ya que tiene relación potencial con el desarrollo o no de los microorganismos.

2.4.3. Atributos sensoriales de carne ovina madurada

Terneza

La terneza es considerada internacionalmente como un atributo fundamental de calidad, ya que únicamente pueden apreciarse otras características cualitativas de la carne a partir de determinados umbrales de terneza. Es un factor que incide directamente en el precio de venta de los diferentes cortes de una canal, cortes de mayor valor suelen ser los más tiernos y por ende admiten formas rápidas de cocción (Bianchi et al., 2004).

Tener presente que la dureza de la carne depende de numerosos factores, que es muy variable y, si se controlan estos factores, es posible lograr una carne con una terneza aceptable.

El almacenamiento y la consecuente maduración de la carne a temperaturas de refrigeración resulta en una mejora significativa de su terneza. Esto se debe fundamentalmente a la proteólisis postmortem de las proteínas del músculo por la acción del sistema proteolítico calpaína (Veiseth and Koohmaraie, 2005) que degrada las miofibrillas (González et al., 2011).

En una serie de tecnologías evaluadas en Uruguay y su efecto sobre la terneza de la carne se estudió entre otras, el efecto del tipo de músculo sobre la calidad sensorial de la carne de cordero, encontrándose que el tipo de músculo afectó las 3 características evaluadas por los consumidores como ser la terneza, calidad de sabor y aceptabilidad. Los músculos evaluados fueron el *Psoas* el cual resultó de carne más tierna (8,6), de mayor aceptabilidad (8) y sabor (7,7), siguiendo los músculos *semimembranosus* y *glúteo biceps* con valores opuestos, carne dura (5,4 y 5,9 respectivamente), de menor sabor (6,4 y 6,5) y menos aceptable (6,3 y 6,6), mostrando valores intermedios los músculos *longissimus dorsi* y *semitendinosus* (Bianchi et al., 2008 a).

Las bibliografías son coincidentes en que el tiempo de maduración incide determinantemente en la terneza de la carne, así lo demuestra Bianchi junto a otros autores en dos trabajos publicados, uno en el que estudiaron el *et* tiempo de maduración post mortem sobre la calidad sensorial de la carne de corderos corriedale y cruza, y el otro en el cual se evaluó la maduración de la carne como herramienta para mejorar su terneza y calidad sensorial. Los valores aumentan hasta el día 8 de 5,6 a 7,39, disminuyendo al día 16 (6,6); así mismo el otro experimento muestra leve aumento en la terneza entre el día 8 (6,5) y el día 16(6,9) no siendo un cambio significativo.

Jugosidad

Bianchi et al., (2006) en el experimento de maduración de la carne como herramienta para mejorar su terneza y calidad sensorial observó la misma tendencia de la jugosidad con la de la terneza de la carne, se obtuvieron valores de 4,3 (día 1) a 5,1 (día 8), con insignificante disminución al día 16 (5,0).

En la Tabla 2 se pueden observar resultados de diferentes experimentos que evaluaron el efecto del tiempo de maduración sobre la textura instrumental y la calidad sensorial de carne ovina. Beltran et al., (2001) realizó un experimento en diferentes músculos comparando 3 días de maduración en canal vs 1, 2, 4 y 8 días de maduración en canal más 21 días envasado al vacío. Se encontró que las notas sensoriales relevadas como el olor a cordero, la terneza, jugosidad, sabor a cordero, sabor a grasa, sabor a hígado, calidad de sabor y apreciación global, los catadores solo encontraron diferencias en la terneza, jugosidad y sabor a hígado.

A diferencia de Beltran et al., (2001), Medel et al., (2003) obtuvieron como resultado que no se registraron diferencias sobre calidad sensorial (terneza, olor y sabor) de los diferentes productos (Bianchi et al., 2006).

Sabor

El sabor corresponde al conjunto de impresiones olfativas y gustativas que se provocan en el momento del consumo, como consecuencia de la presencia de compuestos volátiles (olor) y solubles (gusto). Es un proceso que se inicia instantes antes de la introducción del bocado en la boca y que persiste durante la masticación y aún luego de la deglución, interactuando con las restantes características organolépticas en particular la jugosidad y la textura conformando la aceptación sensorial del consumidor (Sañudo, 1992) (Bianchi et al., 2008 a, p.137).

El tiempo de maduración es un componente fundamental en el desarrollo de los precursores del sabor, a partir de los compuestos de base (lípidos y proteínas). En algunos casos se han registrado aumentos notables en el índice de oxidación de lípidos de la carne madurada (Bianchi et al., 2008 a, p.139). En la prueba de consumidores realizado en el experimento de Bianchi et al., 2006 se vio que el tipo de músculo influye sobre la calidad de sabor, obteniendo valores más altos *glúteo biceps* y *semitendinosus* (6,88 y 7,02 respectivamente), el tiempo de maduración también fue influyente en este parámetro 6,36 (día 1), 6,98 (día 8), 6,75 (día 16) aunque las diferencias no son significativas.

Aceptabilidad

La presentación en general, y el color en particular, son los atributos más importantes en decidir las preferencias del consumidor. Una vez hecha la elección, la textura de la carne (particularmente su terneza y jugosidad), es el atributo que determina la decisión de reiterar, o no, la elección del producto elegido (Bianchi et al., 2008 a, p.136).

Las características sensoriales son elementos claves en la preferencia y aceptabilidad de los productos alimenticios por parte de los consumidores, quienes también tienen en cuenta aspectos nutritivos, de inocuidad y de servicio. En la aceptación sensorial del consumidor interactúan varias características organolépticas particularmente jugosidad terneza y sabor, siendo el sabor la característica que tiene una interpretación instrumental más deficiente con relación a resultados de evaluaciones sensoriales (Feed, 2009).

En un estudio realizado por Bianchi et al., (2006) se vio que el efecto del consumidor fue importante para todas las características sensoriales evaluadas (terneza, calidad de sabor y aceptabilidad) en diferentes músculos de pierna de corderos.

Zhang et al., (2018) en un experimento de maduración de carne de cordero por 21 días obtuvieron como resultado por parte del panel de consumidores que las muestras maduras en seco fueron más tiernas y menos masticables en comparación a las maduras en húmedo. No hubo diferencias significativas en elegir un tipo de maduración u otro. En otro experimento realizado por Burvill (2016) en Australia, con un período de maduración en seco de carne ovina durante 39 días, se obtuvieron resultados similares al experimento de Zhang et al., (2018). Se demostró que la maduración en seco de la carne de cordero logra conseguir un producto de mayor calidad, aumentando la terneza, el sabor, y disminuyendo los sabores menos deseables en comparación con la maduración en húmedo.

Tabla 3. Revisión bibliográfica sobre atributos sensoriales de carne de cordero madurado en seco y en húmedo.

Parámetros sensoriales		Maduración en húmedo	Maduración en seco	SED	P-valor
Perfil de textura	Terneza	2.25 ^a	2.64 ^b	0.09	<0.001
	Masticabilidad	0.78 ^a	0.91 ^b	0.03	<0.001
	Elasticidad	0.62	0.62	0.01	0.451
	Adhesividad (g/sec)	-9.72	-11.55	2.18	0.402
	Cohesión	0.55	0.54	0.01	0.002
	Resiliencia	0.22	0.21	0.01	0.071
Análisis sensorial	Preferencia general	6.75	6.68	0.19	0.681
	Calificación de calidad alimentaria	3.14	3.10	0.13	0.750

Tabla extraída del artículo Quality and consumer acceptability of in-bag dry- and wet-aged lamb (Zhang et al., 2018). SED=standard error of difference of means.

2.4.4. Parámetros de calidad instrumental en carne madurada

pH

De la Fuente et al., (2005) hace mención de que el pH de la carne a las 24 horas postmortem permite valorar el tratamiento que ha recibido el animal antes del sacrificio. Civit et al., (2014) observaron que el pH correspondiente al día posterior al sacrificio fue de 5,75 indicando un adecuado tratamiento de los animales.

Rota et al., (2006) observaron valores de pH de 5,53 a las 24hs postmortem en canales de ovinos Corriedale faenados con 360 días de edad. François (2009) en canales de ovejas de descarte Ile de france x Texel obtuvo un pH de 5,65 a las 15 hs postmortem.

Generalmente, la carne ovina no posee valores de pH elevados que originen carnes DFD, o llamados también cortes oscuros (dark, firm, dry; oscuro, firme y seco) que los consumidores la pueden percibir como carne no fresca o provenientes de animales viejos, asociándose con menor terneza (Feed, 2009).

Los ovinos poseen mejores mecanismos de adaptación a las condiciones de estrés que ocurren durante el transporte y manejo previo al sacrificio que los bovinos y cerdos. En el trabajo que realizó Civit et al., (2014) los valores de pH del músculo *Longissimus dorsi* no presentaron diferencias significativas durante la maduración al vacío en 1, 3, 7 y 14 días, manteniéndose en el rango normal para los ovinos. Resultado que coincide con lo observado por Abdullah y Qudsieh (2009) en el músculo *Longissimus dorsi* de corderos Awassi faenados a diferentes pesos vivos con 7 días de maduración (Civit et al., 2014).

Pérdidas por cocinado

Civit et al., (2014) observaron que el tiempo de maduración no influyó sobre las pérdidas por cocinado (31,1% día 1; 33,0% día 3; 32% día 7; 30,1% día 14), coincidiendo con Gonçalves et al., (2004). Por el contrario, Abdullah y Qudsieh

(2009) indican una disminución de las pérdidas por cocción entre el día 1 y 7 de maduración. Los valores observados en este trabajo son cercanos a los señalados por Shackelford et al., (1997) en el músculo *Longissimus dorsi* de corderos (29,8%) luego de 7 días de maduración y a los de Perlo et al., (2008), cuyo valor fue de 29,9%.

Muela, O'Connor, Sañudo, Beltran y Allen, (2011) estudiaron el efecto del tipo de envasado (al vacío, bandeja con film permeable a los gases, bandeja con atmósfera modificada, y atmósfera modificada con carne pre-expuesta al monóxido de carbono) en la calidad de la carne de cordero para diferentes tiempos de maduración (7 y 8 días), referido a las pérdidas por cocinado tanto el sistema de envasado como la maduración tuvieron efectos significativos, donde el sistema de monóxido de carbono más atmósfera modificada (CO+AM) mostró un aumento significativo de 7 a 8 días de envasado (21,17 vs 31,45), al contrario que el resto de los sistemas en donde por ejemplo el envasado al vacío paso de 30,78 a 21,88; y el film de 22,05 a 18,72.

Color instrumental

Civit et al., (2014) encontraron que el tiempo de maduración influyó sobre los parámetros de color del musculo *longissimus dorsi*. Los valores medios de luminosidad L^* variaron entre 30,6 y 33,2 con diferencias significativas entre los días 1 y 3. Perlo et al., (2008) señalan un valor de L^* de 36,3 en el músculo *longissimus dorsi* de corderos corriedale, indicando carne más clara que los de las ovejas en estudio de Civit et al., (2014). Otros estudios realizados por Sañudo et al., (1996); Martínez-Cerezo et al., (2005); Abdullah y Qudsieh., (2009) en corderos observaron que a medida que aumenta el peso y edad de faena los valores de L^* disminuyen.

En un trabajo realizado con carne de cordero se evaluó la relación entre el color de la carne percibido por los consumidores y el determinado en forma objetiva con un colorímetro Minolta CR-400. En promedio, los consumidores consideran que el color de la carne fresca es aceptable cuando el valor de L^* es igual o mayor a 34 y el de a^* es igual o mayor a 9,5; sin embargo, estos valores son mayores ($L^* \geq 44$ y $a^* \geq 14,5$) si se pretende que el 95% de los consumidores lo consideren aceptable, indicando la gran variabilidad entre individuos respecto al color que debe tener la carne fresca (Khlijji et al., 2010).

Respecto al índice de rojo (a^*), durante la maduración se produjo un incremento desde 14,7 (día 1) hasta 17,2 (día 14). Valores similares a los mostrados en trabajos realizados en animales más jóvenes (Sañudo et al., 1996; Gonçalves et al., 2004).

Una de las ventajas del envasado al vacío es la estabilidad del color de la carne; el color rojo brillante se recupera tras exponerla al aire durante un breve período de tiempo (10-15 minutos) (Muela y Beltrán, 2009) o blooming. Los valores medios del índice de amarillo (b^*) se incrementaron al inicio de la maduración, con diferencias significativas entre el día 1 y el resto de los tiempos de maduración (Civit et al., 2014).

Textura instrumental

Safari et al., (2002) en un estudio realizado en Australia encontraron como resultado una gran variabilidad en los valores de fuerza de corte Warner-Braztler desde menor a 2 hasta más de 5 kg, y un 20,3 % de las muestras poseían dureza mayor a 5 kg, valor por encima del cual el consumidor australiano considere que la carne de cordero no tiene una terneza aceptable. Gonzalez et al., (2011) en un estudio realizado con ovejas de refugio concluyeron que el tiempo en el que se madura la

carne influye directamente en la textura, obteniendo al día 7 de maduración una línea de corte por debajo de 3 kg.

Bianchi et al., (2004) evaluaron al igual que González et al., (2011) el efecto del tiempo de maduración sobre la terneza en carne de corderos pesados encontrando valores y efecto similar, siendo al día 8 un valor de terneza de 3,1 kg.

Bianchi et al., (2006) a través de una prueba de consumidores evaluó el efecto del tiempo de maduración sobre la calidad sensorial de la carne de músculos *Semitendinosus*, *Semimembranosus* y *Glúteo biceps* de corderos pesados. Referido a tiempo de maduración los resultados fueron coincidentes con los análisis realizados por Bianchi et al., (2004). En relación al tipo de músculo los resultados muestran que carne proveniente del *Semitendinosus* es más tierna, de mejor sabor y aceptabilidad en comparación con la carne del músculo *Semimembranosus*. Los resultados similares muestran Martínez-Cerezo et al., (2002); Mendel et al., (2002).

Civit et al., (2014) observaron mejoras en la terneza de la carne con una disminución en la fuerza de corte del 13% desde el día 1 al 3 de maduración, siendo la tasa de ablandamiento mayor entre el día 1 y 7.

Rendimiento a la maduración y vendible

Como ya se ha mencionado, Burvill (2016) en su experimento de carne de cordero madurado en seco por un tiempo de 39 días, obtuvo como resultado que la carne de cordero presenta mayor rendimiento a la maduración en seco (37,6% vs 36,1%) que otros tipos de carne ovina.

Haciendo referencia a la maduración en húmedo las pérdidas de peso y rendimiento son cercanas a 0% (peso inicial 9,4 kg y peso final 9,4 kg) por realizarse en bolsa cerrada, mientras que en la maduración en seco las pérdidas de peso y rendimiento vendible son de 14,2% (peso inicial 12,6 kg y peso final 10,8 kg).

En comparación con la carne de vacuno, Burvill (2016) explica que estas llegan a perder aproximadamente un 10% de peso en una maduración en seco, y que la carne de cordero podría llegar a perder hasta un 5% más.

La carne de cordero madurada en seco podría venderse a un 20-30% más que la carne madurada en húmedo, no solo por la pérdida de peso sino también debido a que posee aspectos beneficiosos a nivel sensorial, de textura, y análisis microbiano, siendo sumamente positivo el consumo de este tipo de carnes con un rango de seguridad para los humanos.

Tabla 4. Revisión bibliográfica sobre parámetros de calidad de carne de cordero madurado en seco y en húmedo durante 21 días.

	Maduración en húmedo	Maduración en seco	SED	P-valores
pH	5,92	6,04	0,020	<0,001
Color				
L*	45,00	43,07	0,390	<0,001
a*	15,26 ^a	13,91 ^b	0,320	<0,001
b*	13,27 ^a	11,95 ^b	0,250	<0,001
Croma	20,23 ^a	18,35 ^b	0,390	<0,001
Ángulo de tono	41,10	40,81	0,320	0,370
Pérdida total de humedad (%)	27,5 ^a	36,5 ^b	1,030	<0,001
RTA (log ufc/g)	5,16	2,68	0,750	<0,03

Adaptado de: Quality and consumer acceptability of in-bag dry- and wet-aged lamb (Zhang et al., 2018).
SED=standard error of difference of means. RTA=Recuento total microbiano aeróbico.

3. HIPÓTESIS

La carne de cordero madurada en seco (dry aging) presenta menor fuerza de corte que la carne madurada al vacío (wet aging) a los 21 y 39 días, con menores pérdidas por cocinado y diferencias en el color instrumental, pero sin diferencias en el pH ni en la calidad higiénica de la carne.

Las pérdidas de peso en la maduración dry son mayores que las muestras wet, esperando encontrar diferencias en los resultados de calidad instrumental o sensorial en las muestras dry que justifiquen esas pérdidas de peso.

En la evaluación por parte de un panel de consumidores se espera encontrar que las muestras maduras tengan mayor Aceptabilidad general y aceptabilidad de terneza que las de tiempo 0 (sin madurar), y además que las muestras dry 21 y 39 días tengan mayor aceptabilidad de terneza y sabor que las muestras wet.

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo general

Evaluar y comparar el efecto de la maduración dry y wet, durante 21 y 39 días, sobre los parámetros de calidad instrumental y sensorial de la carne ovina.

4.2. Objetivos específicos

Evaluar y comparar el tipo de proceso de maduración (dry y wet) y la duración (21 y 39 días) sobre:

- El pH, color instrumental, pérdidas por cocinado y fuerza de corte.
- La pérdida de peso y rendimiento a la maduración de la carne de cordero
- La aceptabilidad general y la aceptabilidad del sabor, de la terneza, y de la jugosidad evaluada por parte de un panel de consumidores.

A los 39 días, evaluar y comparar el Recuento Total Aerobio (RTA; mesófilos aerobios totales) en ufc/cm² (unidades formadoras de colonias) como indicador de calidad higiénica de la carne entre los diferentes tipos de maduración (dry y wet).

5.MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Localización

El ensayo experimental fue realizado en la Estación Experimental “Dr. Mario A. Cassinoni” (EEMAC), en el Laboratorio de Calidad de Carne del Departamento de Tecnología de los Alimentos, Paysandú, kilómetro 363 de la ruta 3.

5.2 Determinaciones de la calidad de la canal

Se obtuvieron medidas de la canal solamente como información descriptiva del tipo de corderos y canales que fueron utilizados como material experimental. El peso vivo en pie previo a la faena fue de 36 kg, siendo el peso en primera balanza. En la faena se obtuvo el peso de canal caliente de 16,2 kg, y un rendimiento de la canal de 45 %, un espesor de grasa subcutánea de 7 mm (EGS en el punto GR, expresada en mm, posterior a la maduración en cámara de frío durante 48 hs) (Bianchi y Garibotto, 2004).

5.3 Tratamientos experimentales

Se obtuvieron 30 piernas con hueso (izquierda y derecha) de 15 corderos Corriedale pertenecientes a la majada de la EEMAC manejados en las mismas condiciones de alimentación y sanidad hasta la faena. Se asignó cada pierna izquierda y derecha a cada tratamiento DRY y WET asignadas en serie entre animal y animal de la siguiente manera:

- Animal 1: pierna izquierda - Dry / pierna derecha - Wet
- Animal 2: pierna izquierda - Wet / pierna derecha - Dry; y así sucesivamente.

A su vez, cada pierna se dividió en tres partes siguiendo la metodología descrita por Zhang et al., (2018), asignando las partes para tiempo 0, 21 y 39 días, en serie para que queden todas las secciones de la pierna distribuidas equitativamente en los diferentes tratamientos y disminuir el efecto de la zona de la pierna (Figura 1).

a) Esquema

n° animal	pierna	Tratamientos			pierna	Tratamientos		
1	izquierda	Dry t0	Dry 21	Dry 39	derecha	Wet t0	Wet 21	Wet 39
2	derecha	Dry 39	Dry t0	Dry 21	izquierda	Wet 39	Wet t0	Wet 21
3	izquierda	Dry 21	Dry 39	Dry t0	izquierda	Wet 21	Wet 39	Wet t0

b) Fotografía demostrativa



Figura 1. Esquema (a) y fotografía demostrativa (b) representando cómo se realizó el muestreo en serie para que queden todas las secciones de la pierna distribuidas equitativamente entre los tratamientos. En la fotografía demostrativa (b) se observa que las secciones correspondientes a tiempo 0 (t0) ya incluyen el corte de las muestras para “Panel” y “Textura”.

Las muestras maduradas en húmedo fueron envasadas al vacío, mientras que las muestras maduradas en seco fueron tratadas con ácido láctico 3% por aspersión sobre la superficie antes de comenzar la maduración y no llevaron ningún tipo de envase. Luego se dejaron madurando todas las muestras en la misma cámara de frío del Laboratorio de Calidad de los Alimentos de la Estación Experimental Mario A. Cassinoni (EEMAC). Las condiciones ambientales de la cámara de maduración fueron de 2,1°C ($\pm 0,74$) de temperatura, 76% ($\pm 9,1$) de humedad y la velocidad de aire desconocida., controladas y medidas con dataloggers Easy Log (EL), sin control de la velocidad del aire.

5.4 Determinaciones en el laboratorio

En cada muestreo (a los 0, 21 y 39 días) se midió el peso de todas las piezas de carne utilizando la balanza de precisión Mettler Toledo (máximo 1,5 kg, mínimo 10 g, error 0,5 g) obteniendo el peso inicial y final de cada pieza, y así se obtuvo el

porcentaje de **pérdida de peso durante la maduración**, **pérdida de peso al pulido** (luego de cortar solamente los bordes resacos) y **pérdida de peso total** de cada pieza de carne al finalizar el proceso correspondiente, calculado como: $(\text{Peso inicial} - \text{Peso final}) / \text{Peso inicial} * 100$. A su vez, se obtuvo el **rendimiento luego de la maduración**, el **rendimiento luego del pulido**, y el **rendimiento vendible** de cada pieza de carne al finalizar el proceso correspondiente calculado como: $(\text{Peso final} / \text{Peso inicial}) * 100$.

En cada muestreo (tiempo 0, 21 y 39 días), luego de realizar el deshuesado, se obtuvieron bifes de 2,5 cm de ancho, etiquetadas para "Panel de consumidores" y "Textura instrumental" las cuales se envasaron al vacío y se congelaron a -20°C para su posterior análisis. En el muestreo del día 39 también se tomaron hisopados sobre una superficie de 20 cm^2 en 8 muestras DRY y 8 muestras WET (como muestra representativa seleccionada) para medir el Recuento Total Aerobio (RTA, TPC en inglés) en ufc/cm^2 y $\log \text{ufc/cm}^2$, mediante la técnica analítica AOAC 990.12 (Petrifilm™3M) durante 48 hs a 35°C con una dilución de 10^{-6} (<https://multimedia.3m.com/mws/media/1409674O/guia-interpretacion-petrefilm-aerobios.pdf>).

Se determinaron los parámetros de calidad de carne color instrumental, pH, terneza instrumental (fuerza de corte), y pérdidas por cocinado. El color instrumental se determinó mediante un colorímetro portátil Minolta CR-400 (Osaka, Japón) para obtener los valores de L^* , a^* , b^* en el espacio CIELAB: L^* es el valor de claridad o luminosidad (lightness), variando entre 0 (negro) y 100 (blanco); a^* refiere al índice de rojo, con valores positivos rojos y valores negativos verdes; b^* corresponde al índice de amarillo, siendo amarillo con valores positivos y azul con valores negativos. El color se determinó en el mismo músculo luego de un período de 30 minutos de exposición al oxígeno (blooming). Se tomaron tres lecturas al azar calculando luego el promedio (Alberti y Ripoll, 2009). El pH se midió con un peachímetro portátil (Cole Palmer, USA) con electrodos de penetración y termómetro digital. La terneza instrumental se determinó utilizando el método de Warner-Bratzler. Este método mide la fuerza de corte de la carne por medio de una cizalla utilizando un texturómetro Instron 3342 expresando el resultado en Kg de fuerza. Las muestras para esta evaluación fueron obtenidas a partir de un filete de 2,5 cm de espesor. Los filetes se cocinaron en baño maría termostatzado con un tiempo de cocción estandarizado para que en el centro térmico del bife llegue a 70°C . Posteriormente se extrajeron con un sacabocado ocho cilindros de 1,27 cm de diámetro de cada filete cocido, realizando movimientos circulares de vaivén en la misma dirección de las fibras musculares y ejerciendo una suave presión hasta concluir el corte. Finalmente, cada cilindro fue sometido a un corte de cizalla Warner-Bratzler de forma perpendicular a la dirección de las fibras musculares. Cuanto mayor es la fuerza de corte, más dura es la carne (Feed, 2009). Se determinaron las pérdidas por cocinado como medida de capacidad de retención de agua. Se calculó como el porcentaje de pérdida de peso antes y después de la cocción ($\text{peso crudo} - \text{peso cocido} / \text{peso crudo}$).

Se evaluaron las muestras por medio de un panel de consumidores en la Estación Experimental "Mario A. Cassinoni". Se reclutaron 70 consumidores en 7 sesiones consecutivas de 10 consumidores. La población de consumidores fue descrita por rango de edad, sexo y si eran habituales consumidores de carne ovina. Se envolvió cada bife en papel de aluminio y luego se cocinaron en un grill de doble plancha. Se aseguró una cocción uniforme a una temperatura de 70°C utilizando una termocupla insertada en el centro de cada bife. Luego de la cocción se subdividieron las

muestras envolviéndolas en un nuevo papel de aluminio etiquetadas con un código correspondiente de 3 números, obteniendo así cada muestra a ser degustada por el panel. Los panelistas evaluaron 5 muestras por sesión correspondientes al mismo animal mediante una prueba hedónica de preferencia en la que debieron evaluar la “Aceptabilidad general”, Terneza, Jugosidad y Sabor, de cada muestra usando una escala de 9 puntos (1 = No me gusta nada, 9 = Me gusta extremadamente) (Sañudo y Muela, 2009; Zhang et al., 2018) mediante un formulario de Google online. La última pregunta se refirió a “la intención de compra” de la muestra degustada, con una escala del 1 al 5 (1=Definitivamente no lo compraría; 2=Probablemente no lo compraría; 3=Podría comprarlo; 4=Probablemente lo compraría; 5=Definitivamente lo compraría) (modelo de AgResearch, NZ).

5.5 Análisis Estadístico

Para el análisis de las variables de calidad instrumental de la carne fue utilizado un diseño de parcelas al azar con arreglo factorial de tratamientos, utilizando un modelo general incluyendo el efecto de la media general y de tratamiento. Se realizó un análisis de varianza mediante el procedimiento MIXED del paquete estadístico SAS versión 9.1 (SAS Institute, Cary, NC, 2012) y se utilizó la prueba Tukey-Kramer para la comparación de medias con un nivel de significancia α menor a 0,05.

Para el análisis de las variables del panel de consumidores se utilizó un modelo lineal generalizado asumiendo una distribución multinomial ordinal de la variable de respuesta utilizando el procedimiento Glimmix del paquete estadístico SAS versión 9.1 (SAS Institute, Cary, NC, 2012) con un nivel de significancia α menor a 0,05.

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 5 se muestran los resultados de pH, pérdidas por cocinado, y fuerza de corte Warner-Braztler para los tratamientos dry y wet, en diferentes tiempos de maduración (0, 21 y 39 días), mientras que los resultados de color instrumental se observan en la figura 2. En la Tabla 6 se muestran los resultados del efecto del método de maduración y del tiempo de duración sobre el porcentaje de pérdida de peso a la maduración, pérdida de peso al pulido, y pérdida de peso total; y rendimiento de la maduración, rendimiento al pulido y rendimiento vendible.

Tabla 5. Efecto del método de maduración (Dry y Wet) y del tiempo de duración (0, 21 y 39 días) sobre el pH, pérdidas por cocinado, y fuerza de corte.

	Días	Dry		Wet		SEM
pH	0	5,77	a	5,77	a	0,027
	21	5,74	a	5,75	a	0,027
	39	5,95 *	a	5,92 *	a	0,027
Pérdidas por cocinado (%)	0	22,1	a	22,2 *	a	0,981
	21	14,6 *	b	25,9	a	0,981
	39	11,3 *	b	26,8	a	0,981
Fuerza de corte WB (kg)	0	2,0	ns	2,0	ns	0,116
	21	1,7	ns	1,9	ns	0,116
	39	1,8	ns	2,1	ns	0,116

Lectura vertical: Los asteriscos (*) marcan diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) comparando el mismo método de maduración (dry o wet) entre los diferentes Días (0, 21 y 39 días).

Lectura horizontal: letras diferentes a y b marcan diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) comparando en los mismos Días (0, 21 o 39 días) entre los diferentes métodos de maduración (dry y wet).

SEM = error estándar de la media para la interacción entre “método de maduración” y “tiempo”.

ns = no significativo.

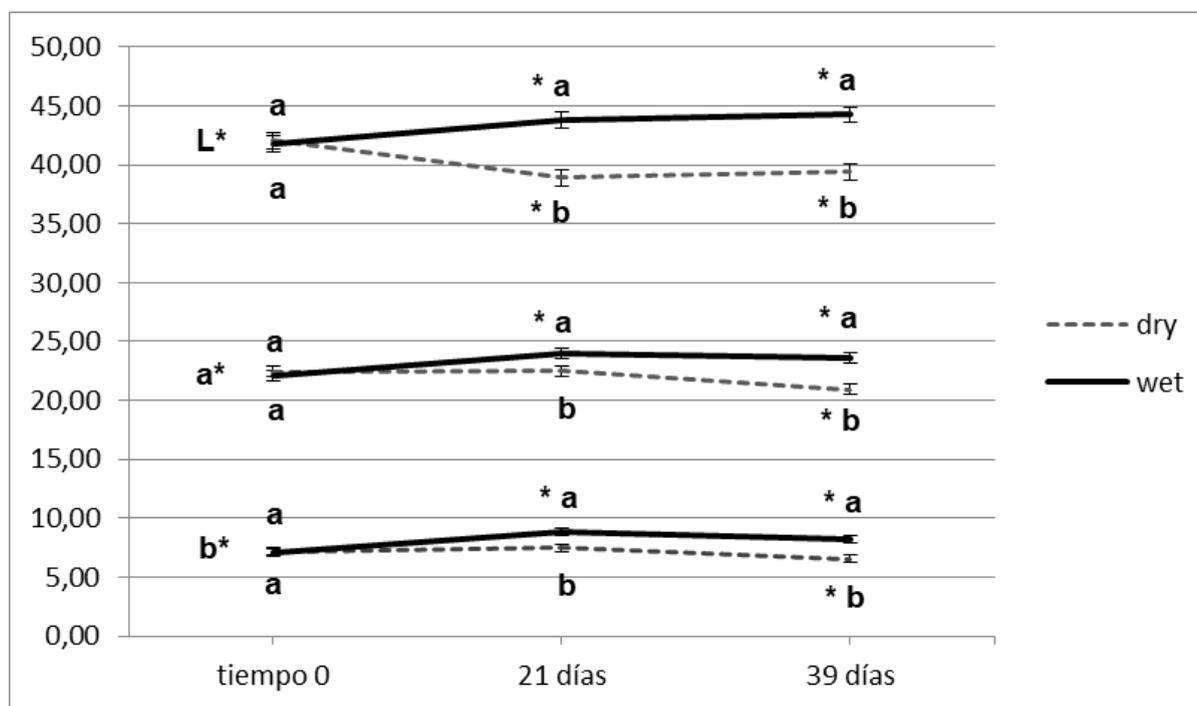


Figura 2. Representación gráfica del color instrumental (L^* , a^* , b^*) para dry y wet en tiempo 0, 21 y 39 días.

Los **asteriscos (*)** marcan diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) comparando el mismo método de maduración (dry o wet) entre los diferentes Días (0, 21 y 39 días).

Letras diferentes minúsculas **a** y **b** marcan diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) comparando a los mismos Días (0, 21 o 39 días) entre los diferentes métodos de maduración (dry y wet).

SEM = error estándar de la media para la interacción entre “método de maduración” y “tiempo”.

Tabla 6. Efecto del método de maduración y del tiempo de duración sobre el porcentaje de pérdida de peso a la maduración, pérdida de peso a la maduración al pulido, y pérdida de peso total; y rendimiento de la maduración, rendimiento al pulido y rendimiento vendible.

	Días	Dry	Wet	SEM
Pérdida de peso por maduración (%)	21	30,7 B	0,8 A	0,932
	39	37,1 A	1,1 A	0,932
Pérdida de peso por pulido (%)	21	29,9 A		1,739
	39	34,2 A		1,739
Pérdida de peso total (%)	21	51,3 B	0,8 A	1,246
	39	58,4 A	1,1 A	1,246
Rendimiento a la maduración (%)	21	69,3 A	99,2 A	0,932
	39	62,9 B	98,9 A	0,932
Rendimiento al pulido (%)	21	70,1 A		1,738
	39	65,8 A		1,738
Rendimiento vendible (%)	21	48,7 A	99,2 A	1,247
	39	41,6 B	98,9 A	1,247

Letras diferentes mayúsculas A y B marcan diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) para el mismo método de maduración comparado entre los diferentes días (21 y 39 días).

SEM = error estándar de la media de la interacción “método de maduración” por “tiempo”.

pH

No se observaron diferencias significativas en el pH entre los días 0 y 21, ni para dry ni para wet. Se observó un aumento estadísticamente significativo al día 39 ($p < 0,05$) tanto en las muestras maduradas dry como wet (tabla 6).

Todas las muestras dieron valores de pH aceptables para carne ovina, independientemente del método de maduración. Los valores de pH se encuentran dentro de los parámetros vistos por Civit et al., (2014) (5,7 wet 14 días), Rota et al., (2006) (5,53), Francois (2009) (5,65).

Los resultados de nuestro experimento se asemejan al estudio realizado por Zhang et al., (2018) en el cual se obtuvieron valores de pH significativamente mayores con el método de maduración en seco en comparación con la maduración al vacío (ver tabla 4).

En el experimento de Zhang et al., (2018) se observó el pH más alto en la maduración en seco a los 21 días (6,04), siendo similar al pH a los 39 días en nuestro experimento, tanto para dry como para wet. Se podría discutir que a medida que van aumentando los días de maduración después de los 21 días, el pH aumenta significativamente, pudiendo ser perjudicial acortando la vida útil de la carne e influyendo en las características organolépticas como el color, olor y terneza, además en la capacidad de retención de agua (Bianchi et al., 2008 a).

Pérdidas por cocinado

Las pérdidas por cocinado en la maduración dry fueron cada vez menores desde el tiempo 0, 21 y 39 días, con disminuciones estadísticamente significativas ($p < 0,05$).

Para la maduración al vacío no hubo diferencias significativas en los días 21 y 39 de maduración, siendo mayores que al día 0. Tanto en el día 21 como en el día 39 se obtuvieron menores pérdidas por cocinado en las muestras maduradas dry (Tabla 6). Estos resultados son coincidentes con Civit et al., (2014), que observaron que el tiempo de maduración no influyó sobre las pérdidas por cocinado en la maduración al vacío (31,1% día 1; 33,0% día 3; 32% día 7; 30,1% día 14). En nuestro experimento las pérdidas por cocinado se mantienen en la maduración al vacío el día 21 y 39, probablemente debido al tipo de envasado, perdiendo más líquido al cocinado que la carne madurada en seco que por la evaporación y secado natural del proceso, retiene menos líquido.

Si observamos el experimento de Muela, O'Connor, Sañudo, Beltran y Allen (2011) se podría comparar el método de envasado CO+AM (monóxido de carbono + atmósfera modificada) con nuestros resultados wet al día 0 y 21 específicamente en el cual hay aumento significativo en las pérdidas por cocinado. En el experimento de Muela et al., (2011) el día 7 y 8 de maduración hubo un aumento de las pérdidas por cocinado significativamente mayor a diferencia que el resto de los sistemas de envasado estudiados.

Color instrumental

En las muestras maduradas dry se observó una disminución de la luminosidad L^* entre el día 0 y 21, pero luego no hubo diferencias significativas hacia el día 39. Se encontró una menor luminosidad L^* en las muestras dry a los 21 y 39 días comparadas a las muestras wet.

En los valores de a^* y b^* hubo diferencias significativas entre dry y wet a los 21 y 39 días (ver letras a y b minúsculas). En las muestras dry se observó una disminución

de a^* y b^* entre el día 21 y 39, mientras que en las muestras wet aumentaron entre el día 0 y 21, pero luego se mantuvo (ver figura 1).

Los valores de luminosidad (L^*) de nuestro experimento en las muestras maduras wet se asemejan con los resultados del estudio de Civit et al., (2014), en donde entre los días 1 y 3 de maduración este parámetro aumenta significativamente, al igual que en el experimento de Zhang et al., (2018) en donde la maduración wet obtuvo valores más altos que dry. Respecto al índice de a^* y b^* se observa una similitud con Civit et al., (2014), donde referencian un aumento de a^* y b^* a medida que pasa el tiempo de maduración wet hacia los 21 días. En cambio, en las muestras dry se mantienen entre el día 0 y 21, y luego bajan en el día 39 (figura 1).

Fuerza de corte

No se observó diferencias significativas para fuerza de corte entre ningún tratamiento.

Al día 21 de maduración dry se observó el valor más bajo de fuerza de corte (ver tabla 6). Para las muestras dry y wet no se observaron diferencias significativas en los diferentes tiempos de maduración.

Los resultados obtenidos en los experimentos realizados por Safari et al., (2002), Gonzalez et al., (2011), Bianchi et al. (2004- 2006), Civit et al., (2014) presentan resultados de carne tierna con valores de fuerza de corte menor a 3 Kg entre el día 1 y 8 de maduración siendo el tiempo uno de los principales factores que influye en la terneza de la carne. Zhang et al., (2018) en su experimento de maduración de carne de cordero durante 21 días obtuvo resultados similares a nuestro experimento, discrepando únicamente en valores mayores para dry comparando con wet (wet 2,25 - dry 2,64). Shorthouse et al., (1986), Beltran (1988), Heeler y Koohmaraie (1994), Vergara y Gallego (2000), Beltrán et al., (2001), Devine et al., (2002), Martinez- cerezo et al., (2002), Kuber et al., (2003), Medel et al., (2003), todos estos autores a través de diferentes experimentos en diferentes tiempos de maduración llegaron al mismo resultado en que el tiempo influye significativamente en la maduración y terneza de la carne (ver tabla 2), principalmente hasta los 21 días de maduración, ya que luego generalmente ya no se ven cambios positivos en este parámetro.

Los resultados de estos experimentos son coincidentes con nuestro experimento, observando que no hay diferencias significativas entre un tipo de maduración u otra, y que el tiempo es el principal factor que determina la disminución de la fuerza de corte.

Pérdidas de peso y rendimiento

A los 39 días de maduración dry se observa la mayor pérdida de peso en la maduración y total (ver tabla 7). En las muestras maduras al vacío no hay diferencias significativas tanto en la pérdida de peso por maduración y pérdida de peso total.

Las pérdidas de peso totales son coincidentes con los resultados de Burvill (2016) siendo 37,6% al día 39, mientras que en nuestro experimento fue de 37,1% en la maduración dry también al día 39.

Con respecto al rendimiento a la maduración y vendible se observó que las muestras maduras en seco obtuvieron el rendimiento vendible más bajo al día 39 (ver tabla 7), en comparación con las maduras al vacío en el cual el rendimiento es casi el 100% para los diferentes tiempos. Igualmente, en la maduración en seco al día 21 el rendimiento es mayor comparado con el día 39. En el experimento de Burvill (2016)

se observó lo mismo, ya que el rendimiento a la maduración y vendible era mayor en la maduración al vacío.

Análisis microbiológico

El recuento total aerobio presentó un promedio de $7,80 \pm 0,34 \log \text{ufc/cm}^2$ para las muestras maduras wet 39 días (que es igual a $1 \times 10^{7,8} \text{ufc/cm}^2$); y ND (no desarrollo) para las muestras maduras dry. El menor RTA correspondiente a la carne madurada dry coincide con otros trabajos reportados (Berger et al., 2018), aunque también observaron un incremento leve en las poblaciones de levaduras, bacterias aeróbicas y/o mohos (Berger et al., 2018; Campbell et al., 2001; Li et al., 2014).

El Reglamento Bromatológico Nacional (en su actualización del Decreto 210/018) establece en el capítulo 13 que “no se podrá destinar a consumo directo carnes enfriadas y congeladas producidas en el país o importadas que superen los parámetros microbiológicos establecidos en el artículo 13.1.19. y 13.1.20”, el cual se determinó en $1 \times 10^7 \text{ufc/g}$ de microorganismos aerobios mesófilos. Esto evidencia que el método de maduración dry no representa un riesgo para la proliferación de microorganismos, probablemente debido a la deshidratación superficial y la temperatura de refrigeración (Primesafe, Agency of the Government of the State of Victoria, s.f.). Respecto a los resultados obtenidos en la maduración wet, se observa que el promedio supera el límite requerido para poder ser consumidas. También son mayores comparados con el experimento de Zhang et al., (2018) en el cual se obtuvo un valor de 5,16 log ufc/g para wet, y 2,68 log ufc/g para dry. Esto quizá pueda deberse a condiciones de manipulación en el desosado o cambios en las condiciones de refrigeración.

Resultados del panel de consumidores

La prueba de consumidores se realizó con una muestra de la población uruguaya que frecuenta el consumo de carne ovina. En la tabla 7 se puede observar la descripción por sexo, edad y frecuencia de consumo de carne ovina de la muestra de consumidores utilizada, y a continuación en la figura 3 se puede observar la comparación de medias de los resultados obtenidos de aceptabilidad general y la aceptabilidad del sabor, jugosidad, terniza, e intención de compra del panel de consumidores.

Tabla 7. Representación de cómo estuvo compuesta la muestra poblacional de 70 personas que realizaron la prueba de consumidores.

Sexo	Femenino	41%
	Masculino	59%
Edad	de 19 a 25 años	45%
	de 25 a 35 años	37%
	de 35 a 45 años	10%
	más de 45 años	8%
Frecuencia de consumo de carne ovina	Menos de 1 vez por mes	17%
	de 1 a 2 veces por mes	52%
	de 3 a 4 veces por mes	14%
	más de 4 veces por mes	17%

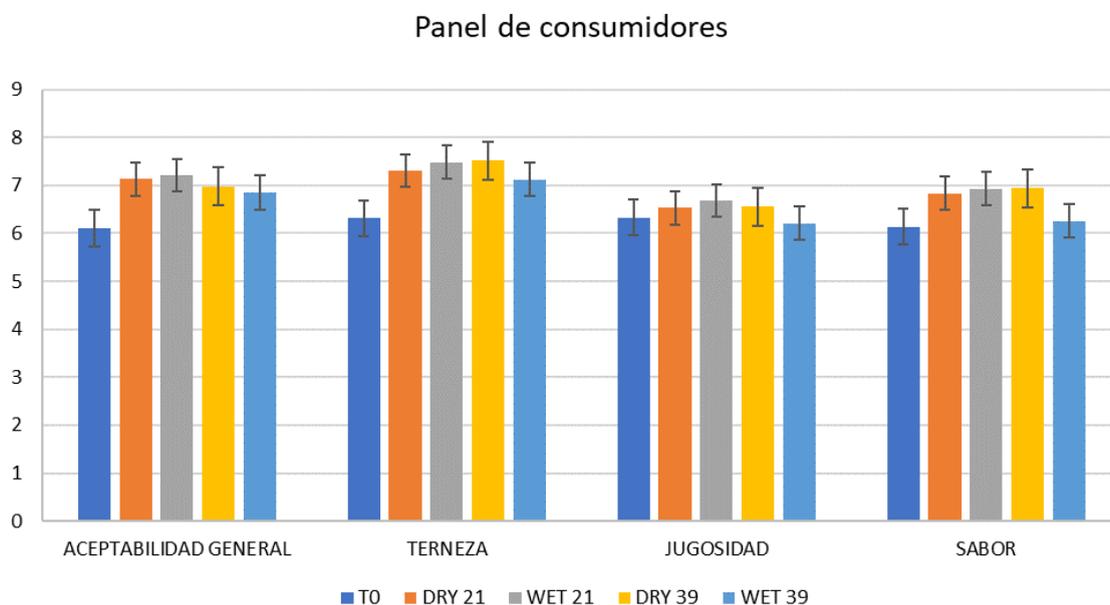


Figura 3. Comparación de medias entre los diferentes tratamientos para los atributos evaluados por el panel de consumidores.

Las comparaciones estadísticas realizadas fueron entre tiempo 0 y todos los demás tratamientos acumulados, y luego entre cada tipo de maduración y días: entre dry y wet a los 21 días; entre dry y wet a los 39 días; y entre dry 21 y 39 días, y wet 21 y 39 días.

En la **Aceptabilidad general** y en la **Terneza** solo se observaron diferencias estadísticamente significativas y menor puntaje para el tiempo 0 comparado con los demás tratamientos. No hubo diferencias significativas en ninguna otra comparación. entre tratamientos. La **Aceptabilidad general** de las muestras wet 21 días fueron las que tuvieron mayor puntaje, si bien no se encuentran diferencias significativas con dry 21 días ni con las wet 39 días. Mientras que en la **Terneza**, las muestras dry 39 días fueron las que tuvieron mayor puntaje, aunque tampoco se encontraron diferencias significativas en las comparaciones.

En la **Jugosidad**, se encontró una diferencia significativa ($p=0,04$) entre wet 21 días (6,7) y wet 39 días (6,2), pero no se encontraron diferencias entre ninguna otra comparación.

En el **Sabor** se observó menor puntaje para el tiempo 0 comparado con los demás tratamientos. También se observó una diferencia con mayor puntaje para las muestras wet 21 días (6,9) comparadas a las muestras wet 39 días (6,2) ($p=0,0131$). También a los 39 días se observó mayor puntaje para las muestras dry (6,9) comparadas con las wet (6,2) ($p=0,0114$). Si bien no se encontraron diferencias estadísticamente significativas, las muestras dry 39 días fueron las que tuvieron mayor puntaje.

En la **Intención de compra** solo se observó un menor puntaje entre el tiempo 0 ($3,4 \pm 0,12$) y los demás tratamientos ($3,8 \pm 0,12$).

Estos resultados son similares a los reportados por Zhang et al., (2018) donde no hubo diferencias en Aceptabilidad a los 21 días entre las muestras maduradas dry y wet, si bien encontraron una terneza mayor en las muestras wet 21 días.

A diferencia de Burvill (2016) donde todas las muestras dry 39 días de cordero tuvieron mayor aceptación que las muestras wet, en nuestro experimento se observa que las diferencias se encontraron entre el tiempo 0 y los demás tratamientos, pero luego se encontraron aspectos positivos tanto para dry como para wet.

Shorthouse et al., (1986); Beltrán (1988), y Martínez Cerezo et al., (2001) observan que el tiempo en el que se madura la carne es la variable más importante en relación a la mejora de la terneza de la misma (disminución en fuerza de corte) conforme transcurre la maduración. Beltran et al., (2001) describen que pasando 22 días de maduración no se registran diferencias en la textura, mientras que en nuestro experimento observamos que la terneza en las muestras dry 39 días fueron las que tuvieron mayor puntaje en comparación con los demás tratamientos, pero sin encontrar diferencias significativas.

En el trabajo de Beltrán et al., (2001) los consumidores encontraron las muestras testigo menos tiernas y prefirieron globalmente otros tratamientos, de la misma manera que lo expresaron los consumidores de nuestro ensayo experimental, que se ve reflejado mediante la intención de compra de los otros tratamientos comparado con el tiempo 0.

Devine et al., (2002) en su experimento con temperaturas de rigor mortis entre 18 y 35°C en los tiempos 0, 8, 26 y 72 horas de maduración obtuvieron que a 18 grados resultó carne más tierna conforme transcurrió la maduración; por otro lado Kuber et al., (2003) en su experimento con animales portadores del gen callipyge y testigos, registraron al igual que los autores ya mencionados un efecto ablandador conforme transcurrió la maduración, en este caso principalmente en los animales que no presentaban el gen. Dando como resultado principal en estos dos últimos experimentos datos similares al nuestro.

8. CONCLUSIONES

- En ambos métodos de maduración se obtienen valores aceptables de pH, pérdidas por cocinado y calidad higiénica hasta los 21 días. Sin embargo, hacia los 39 días, el pH y el RTA de las muestras wet son elevados, poniendo en riesgo la vida útil.
- El color de las muestras maduradas dry fue inferior a las muestras wet, con menor luminosidad L^* , y con a^* y b^* tendiendo hacia el verde y azul.
- La fuerza de corte instrumental no se vio modificada por el proceso de maduración ni la duración.
- Las altas pérdidas de peso totales producidas en este experimento durante el proceso de maduración en seco, sobre todo a los 39 días, no justificarían realizar este tipo de maduración para piezas de carne, considerando que no se observaron diferencias en los valores de fuerza de corte ni aceptabilidad del sabor.
- De la prueba de consumidores con una muestra de 70 uruguayos que frecuentan el consumo de carne ovina se puede concluir que tanto las muestras maduradas dry como wet logran mejorar los la aceptación general y de ternura comparadas con el tiempo 0, pero entre estos tipos de maduración no se observan diferencias que hagan preferible algún método o tiempo específico.

9. BIBLIOGRAFÍA

- Abdullah, Y.A., y Qudsieh, R.I. (2009). Effect of slaughter weight and aging time on the quality of meat from Awassi ram lambs. *Meat Science*, 82, 309-316.
- Albertí P., Ripoll G., Albertí C., y Panea, B. (2016). Clasificación Objetiva del color de la carne de las denominaciones de venta de vacuno. *Eurocarne* (244), 131-141.
- Albertí, P., y Ripoll, G. (2009). Los pigmentos de la carne y factores que afectan su color, métodos instrumentales de medida del color por técnicas de reflexión. En G. Bianchi y O. Feed (Eds.), *Introducción a la ciencia de la carne* (pp. 115-128). Montevideo: Hemisferio Sur.
- Algino, R.J., Ingham, S.C., y Zhu, J. (2007). Survey of Antimicrobial Effects of Beef Carcass Intervention Treatments in Very Small State-Inspected Slaughter Plants. *Journal of Food Science*, 72, M173-M179. doi: [10.1111/j.1750-3841.2007.00386.x](https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2007.00386.x)
- Baird, B. (2008). Dry aging enhances palatability of beef. En *Beef Safety/Quality Issues Update* (pp. 27-28). Recuperado de <http://www.beefusa.org/uDocs/dryagingenhancespalatabilityofbeef164.pdf>
- Beltrán, J.A., Sañudo, C., y Medel, I. (2001). *Maduración en canal: cuartos al vacío* (Informe Euroagri-Cleanlamb 2001. I/IV). Zaragoza: Universidad de Zaragoza.
- Berger, J., Kim, Y. H. B., Legako, J. F., Martini, S., Lee, J., Ebner, P., y Zuelly, S. M. S. (2018). Dry-aging improves meat quality attributes of grass-fed beef loins. *Meat Science*, 145, 285-291. doi: [10.1016/j.meatsci.2018.07.004](https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.07.004)
- Bianchi, G., Bentancur, O., y Sañudo, C. (2004). Efecto del tipo genético y del tiempo de maduración sobre la terneza de la carne de corderos pesados. *Agrociencia*, 8(1), 41-50.
- Bianchi, G., Bentancur, O., y Sañudo, C. (2006). La maduración de la carne de cordero como una herramienta para mejorar su terneza y calidad sensorial. *Revista argentina de producción animal*, (26), 39-55.
- Bianchi, G., y Garibotto, G. (2004). *Alternativas genéticas para producir carne ovina en sistemas pastoriles*. Recuperado de https://www.produccion-animal.com.ar/genetica_seleccion_cruzamientos/ovinos/03-alternativa_geneticas_carne_ovina.pdf
- Bianchi, G., Garibotto, G., Franco, J., Ballesteros, F., Feed, O., y Bentancur, O. (2008 a). Calidad de la canal y carne de cordero: su medición y factores involucrados. En Centro Médico Veterinario de Paysandú (Ed.), *Jornadas uruguayas de Buiatría* (Vol. XXXVI, pp. 136-149). Paysandú: Centro Médico Veterinario de Paysandú.

Bianchi, G., Garibotto, G., Franco, J., Ballesteros, F., Feed, O., y Bentancur, O. (2008 b). 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*. Montevideo: Facultad de Agronomía.

Bistolfi, I., Pereira, M., y White, T. (2021). *Evaluación del tipo de maduración (Dry Y Wet) sobre la calidad instrumental de la carne vacuna durante 30 y 60 días* (Tesis de grado). Facultad de Veterinaria, UDELAR, Montevideo.

Burvill, T. (2016). *Dry aged lamb proof of concept stage 2*. Recuperado de https://www.mla.com.au/contentassets/74c89dcffb2144368ed1e90e45b66627/v.rmh.0045_final_report.pdf

Campbell, R. E., Hunt, M. C., Levis, P., y Chambers, E. (2001). Dry-aging effects on palatability of beef longissimus muscle. *Journal of Food Science*, 66(2), 196-199.

Civit, D., Diaz, M.D., Rodriguez, E., y Gonzalez, C.A. (2014). Características de la canal y efecto de la maduración sobre la calidad de la carne de ovejas de desvieje de raza corriedale. *ITEA*, 110(2), 160-170.

Colomer-Rocher, F. (1988). Estudio de los parámetros que definen los caracteres cuantitativos y cualitativos de las canales bovinas. En *IV Curso Internacional de Producción de Carne y Leche a base de Pastos y Forrajes.*, 90. Citado por Bistolfi, I., Pereira, M., y White, T. (2021). *Evaluación del tipo de maduración (Dry Y Wet) sobre la calidad instrumental de la carne vacuna durante 30 y 60 días* (Tesis de grado). Facultad de Veterinaria, UDELAR, Montevideo.

Consigli, R. (2001). ¿Qué es la calidad de la carne?. Recuperado de https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/carne_y_subproductos/21-que_es_la_calidad_de_la_carne

Dashdorj, D., Tripathi, V.K., Cho, S., Kim, Y., y Hwang, I. (2016). Dry aging of beef; Review. *Journal of Animal Science and Technology*, 58(20), 1-11. Recuperado de <https://janimscitechnol.biomedcentral.com/articles/10.1186/s40781-016-0101-9>

De la Fuente, J., Díaz, M.T., Álvarez, I., Lauzurica, S., Pérez, C., y Cañeque, V. (2005). Comportamiento y bienestar animal. En: Estandarización de las metodologías para evaluar la calidad del producto (animal vivo, canal, carne y grasa) en los rumiantes. *Monografías INIA: Serie ganadera*, (3), 47-60.

DeGeer, S.L., Hunt, M.C., Bratcher, C.L., Crozier-Dodson, B.A., Johnson, D.E., y Stika, J.F. (2009). Effects of dry aging of bone-in and boneless strip loins using two aging processes for two aging times. *Meat Science*, 83(4), 768-774. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2009.08.017>

- Espinales, K.P. (2012). *Análisis microbiológico para control cualitativo de carne ovina y caprina, seca y salada* (Tesis de maestría). Escola Superior Agrária de Bragança.
- Feed, O. (2009). Metodología para la evaluación de las características cualitativas de la canal y de la carne. En G. Bianchi y O. D. Feed (Eds.), *Introducción a la ciencia de la carne* (1ª ed., pp. 181 - 214). Montevideo: Hemisferio Sur.
- François, P. (2009). *Desempenho, características de carcaça e a utilização da carne de ovelhas de descarte terminadas em pastagem cultivada na elaboração de embutido fermentado* (Disertação de Mestrado). Universidade Federal de Santa Maria.
- Frazier, W.C. (1972). *Microbiología de los alimentos*. Zaragoza: Acribia.
- Gonçalves, L.A.G., Zapata, J.F.F., Rodrigues, M.C.P., y Borges, A.S. (2004). Efeito do sexo e do tempo de maturação sobre a qualidade da carne ovina. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 24(3), 459-467.
- Gonzalez, C., Civit, D., Diaz, M., Ciccimarra, J., y Serna, L. (2011). *Efecto del tiempo de maduración sobre la textura de la carne de ovejas de refugio de la raza corriedale*. Recuperado de https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_ovina/produccion_ovina_carne/24-Maduracion.pdf
- Guerrero, J.L. (2001). *Bioquímica y Tecnología de la carne*. ISBN 84-8240-412-1 176. Universidad de Almería. España.
- Instituto Nacional de Carnes. (s.f). *Manual de carnes bovina y ovina*. Recuperado de https://www.inac.uy/innovaportal/file/2043/1/manual_corregido_2a_edicion.pdf
- Instituto Nacional de Carnes. (2012). *Algunas definiciones prácticas*. Recuperado de https://www.inac.uy/innovaportal/file/6351/1/algunas_definiciones_practicas.pdf
- Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. (2014). *Seminario de actualización de alternativas tecnológicas para los sistemas ganaderos de basalto*. Recuperado de <http://www.inia.uy/Documentos/Privados/INIA%20Tacuaremb%F3/Basalto%2011%20y%202012%20de%20diciembre%202014/San%20Juli%20E1n%20Produccion%20calidad%20de%20canal%20y%20carne%20de%20corderos%20pe%20sados.pdf>
- Instituto Nacional de Carnes. (2020). *Faena de ovinos por categoría*. Recuperado de <https://www.inac.uy/innovaportal/v/18785/10/innova.front/bovinos-y-ovinos>

Instituto Nacional de Carnes. (2021). *Carne ovina: Oportunidades y desafíos para Uruguay en el mercado internacional*. Recuperado de <https://www.inac.uy/innovaportal/v/19255/17/innova.front/carne-ovina-oportunidades-y-desafios-para-uruguay-en-el-mercado-internacional>

Khlijji, S., Van der ven, R., Lamb, T.A., Lanza, M., y Hopkins, D.L. (2010). Relationship between consumer ranking of lamb colour and objective measures of colour. *Meat Science*, 85, 224-229.

Li, X., Babol, J., Bredie, W. L. P., Nielsen, B., Tománková, J., y Lundström, K. (2014). A comparative study of beef quality after ageing longissimus muscle using a dry ageing bag, traditional dry ageing or vacuum package ageing. *Meat Science*, 97(4), 433-442.

Martínez-Cerezo, S., Sañudo, C., Olleta, J.L., Medel, I., Panea, B., Macie, S., y Sierra, I. (2002). Breed, weight and ageing effects on meat lamb tenderness assessed by consumers. En 48th *ICoMST* (Vol I, pp.142-143). Rome: ICoMST.

Martínez-Cerezo, S., Sañudo, C., Panea, B., Medel, I., Delfa, R., Sierra, I., ...Olleta, J.L. (2005). Breed, slaughter weight and ageing time effects on physico-chemical characteristics of lamb meat. *Meat Science*, 69, 325-333.

Medel, I., Sañudo, C., Martínez, S., Panea, B., Roncalés, P. y Beltrán, J.A. (2002). Quality of vacuum packaged lamb meat after different ageing times. En 48th *ICoMST* (Vol I, 346 – 347). Rome: ICoMST.

Medel, I., Sañudo, C., Roncalés, P., Panea, B., Martínez, S., y Beltrán, J.A. (2003). Sensory quality of loin and leg lamb chops packaged in modified atmosphere. En 49th *ICoMST. 2nd Brazilian Congress of Meat Science and Technology* (pp. Vol. 49, 205-206). Recuperado de https://digicomst.ie/wp-content/uploads/2020/05/2003_04_32.pdf

Muela, E., y Beltrán, J.A. (2009). Conservación y almacenamiento de la carne y de los productos cárnicos de rumiantes. En *Introducción a la ciencia de la carne* (pp. 353-393). Montevideo: Hemisferio Sur.

Muela, E., O'Connor, D.I., Sañudo, C., Beltran, J.A., y Allen, P. (2011). Efecto del tipo de envasado en la calidad de la carne de cordero para diferentes tiempos de maduración. *XIV Jornadas sobre producción animal*, (T. II, 733-735). Zaragoza: AIDA.

Naumann, H.D. (1965). *Evaluation and measurement of meat quality*. Washington: American Association for the Advancement of Science.

Pardi, C.M., Santos, F.I., Souza, R.E., y Pardi, S.H. (2001). *Ciencia, higiene e tecnologia da carne*. Goiânia: UFG.

Perlo, F., Bonato, P., Teira, G., Tisocco, O., Vicentin, J., Pueyo, J., y Mansilla, A. (2008). Meat quality of lambs produced in the Mesopotamia region of Argentina finished on different diets. *Meat Science*, 79, 576-581.

- Perry, N. (2012). Dry aging beef. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 1, 78-80.
- Rota, E.L., Osório, M.T.M., Osório, J.C.S., Oliveira, M.M., Wiegand, M.M., Mendonça, G., ... Gonçalves M. (2006). Influência da castração e da idade de abate sobre as características subjetivas e instrumentais da carne de cordeiros Corriedale. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 35(6), 2397-2405.
- Safari, E., Channon, H.A., Hopkins, D.L., Hall, D.J., y Van de ver, R. (2002). A national audit of retail lamb loin quality in Australia. *Meat Science*, 61, 267-273.
- Sañudo, C. (1992). La calidad organoléptica de la carne con especial referencia a la especie ovina. *Factores que la determinan, métodos de medida y causas de variación*. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/28288711_La_calidad_organoleptica_de_la_carne_I_Con_especial_referencia_a_la_especie_ovina/link/0c96051d5218b67d71000000/download
- Sañudo, C., Olleta, J.L., Campo, M.M., Panea, B., y Rota, E. (2005). Calidad instrumental de la carne. Propuesta de muestreo. En *Estandarización de las metodologías para evaluar la calidad del producto (animal vivo, canal, carne y grasa) en los rumiantes* (pp.199-205). Madrid: INIA.
- Sañudo, C., Santolaria, M.P., María, G., Osorio, M., y Sierra, I. (1996). Influence of carcass weight on instrumental and sensory lamb meat quality in intensive production systems. *Meat Science*, 42,195-202.
- Sañudo, C., y Alfonso, M. (1999). Factores que afectan a la calidad del producto en el ganado ovino de aptitud cárnica. En *XXIV Jornadas Científicas de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia* (pp. 33-48). Soria, España.
- Sañudo, C., y Muela, E. (2010). Caracterización de la carne por medio del análisis sensorial: Aspectos básicos. En *Introducción a la ciencia de la carne* (pp. 215-239). Montevideo: Hemisferio Sur.
- Savell, J.W. (2008). *Dry-Aging of Beef, Executive Summary*. En *The Beef Checkoff*. Centennial: Center for research and knowledge management National Cattlemen's Beef Association. Recuperado de https://www.beefresearch.org/Media/BeefResearch/Docs/dry_aging_of_beef_08-20-2020-28.pdf
- Secretariado Uruguayo de la Lana. (s.f.). *La producción ovina en el Uruguay*. Recuperado de <https://www.sul.org.uy/noticias/416>
- Shackelford, S.D., Wheeler, T.L., y Koohmaraie, M. (1997). Effect of the callipyge phenotype and cooking method on tenderness of several major lamb muscles. *Journal of Animal Science*, 75, 2100-2105.
- USMEF. (2014). *Guidelines for U.S. dry aged beef for international markets*. Recuperado de

<https://www.usmef.org/guidelines-for-u-s-dry-aged-beef-for-international-markets/>

Varela, G., Beltrán, B., Cuadrado, C., Moreiras, O., Ávila, J.M., Cerdeño, A.I., y Ruiz Mantecón, A. (2001). La carne de vacuno en la alimentación humana. Madrid: Fundación Española de Nutrición.

Veiseth, E., y Koochmaraie, M. (2005). Beef tenderness: significance of the calpain proteolytic system. En J. F. Hocquette y S. Gigli (Eds.), *Indicators of milk and beef quality* (pp. 111-126). Wageningen: Wageningen Academic Publishers.

Vitale, M. (2016). *Maduración de la carne de vacuno: cómo se realiza y factores que la afectan*. Recuperado de <https://www.interempresas.net/Industria-Carnica/Articulos/150611-Maduracion-de-la-carne-de-vacuno-como-se-realiza-y-factores-que-la-afectan.html>

Zhang, R., Yoo, M.J., Craigie, C.R., Staincliffe, M., Realini, C.E., McEwan, J.C., y Farouk, M.M. (2018). Quality and consumer acceptability of in-bag dry- and wet- aged lamb. En *International Congress of Meat Science and Technology*. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/327105887_Quality_and_consumer_acceptability_of_in-bag_dry-_and_wet-aged_lamb/link/61070b141e95fe241aa16a91/download

