



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR

Ingeniería Agronómica

TRABAJO DE INTENSIFICACIÓN

**PARÁMETROS DE CALIDAD TECNOLÓGICA EN CARNE DE
BORREGOS RECRIADOS Y TERMINADOS CON DIETAS DE HENO
DE PASTURA O HENO DE PASTURA Y DOS FUENTES
DIFERENTES DE ENERGÍA**

DOCENTE TUTOR:

DRA. ITHURRART, LETICIA

DOCENTES CONSEJEROS:

DRA. VILLAVERDE, MARÍA SOL

DRA. MARTÍNEZ, MARCELA

ALUMNO:

LLANQUILEO, JENIFER

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer con el corazón lleno a mi mamá Marce, mi papá Emilio y mi hermano Ale, que fueron mi sostén, mi cable a tierra y mi abrazo seguro en cada paso. Ellos me dieron hasta lo que no tenían para verme progresar, y ese gesto de amor es algo que voy a llevar conmigo toda la vida.

A mi madrina Delma, por cada gesto y cada palabra que me empujó hacia adelante, y a mis primos Eliana y Brian, por lo compartido en la convivencia, por las risas, los mates y esos silencios que también contienen.

A mi abuela, a mis tías, tíos y primos, que siempre estuvieron ahí, cerca o lejos, pero presentes. Su cariño me sostuvo más de una vez, aunque no lo sepan.

A mis amigas que me regalo la universidad, que se volvieron familia. Gracias por los días y noches de estudio, las crisis compartidas, los respiros necesarios y todo lo que hizo este camino más humano y más lindo.

A Leti y Sol, por acompañarme tanto durante el ensayo, por la contención, la confianza y por hacerme sentir acompañada.

A todos, gracias por motivarme, por sostenerme y por empujarme cuando aflojaba.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	1
1 RESUMEN	3
2 INTRODUCCIÓN	5
2.1 PRODUCCIÓN OVINA A NIVEL MUNDIAL	5
2.2 ESTADO ACTUAL DE LA PRODUCCIÓN OVINA EN ARGENTINA	6
2.3 FEEDLOT	7
2.4 ALIMENTACIÓN EN SISTEMAS DE ENGORDE A CORRAL	8
2.5 CALIDAD DE CARNE	9
3 HIPÓTESIS	11
4 OBJETIVOS	11
5 MATERIALES Y MÉTODOS	12
5.1 SITIO DE ESTUDIO	12
5.2 ANIMALES	12
5.3 DISEÑO EXPERIMENTAL	13
5.4 TRATAMIENTO	13
5.5 MANEJO DE LA ALIMENTACIÓN	13
5.6 DETERMINACIONES	15
5.7 ANÁLISIS ESTADÍSTICO	18
6 RESULTADOS	20
6.1 PARÁMETROS FÍSICOS	20
6.2 PARÁMETROS DE CALIDAD DE CARNE	20
6.2.1 <i>Pérdidas por descongelado y pH</i>	21
6.2.2 <i>Color</i>	22
6.2.3 <i>Capacidad de retención de agua</i>	25
7 DISCUSIÓN	29
8 CONCLUSIÓN	32
9 BIBLIOGRAFÍA	33

1 RESUMEN

La producción ovina en Argentina, históricamente relegada a suelos marginales y sistemas extensivos, enfrenta el desafío de mejorar sus índices productivos y la calidad del producto final para competir en el mercado de carnes. La intensificación mediante el engorde a corral (feedlot) surge como una alternativa estratégica.

El presente ensayo tuvo como objetivo evaluar los parámetros productivos y de calidad de carne en ovinos terminados con dietas isoproteicas suplementadas con grano de maíz y avena, analizando a su vez el efecto de cuatro tiempos de maduración post – mortem. El estudio se llevó a cabo en el animalario del Departamento de Agronomía de la Universidad Nacional del Sur (Bahía Blanca). Se utilizaron 18 ovinos Merino Dohne, machos castrados, distribuidos aleatoriamente en tres tratamientos (n=6). Tras un periodo de acostumbramiento y recría, se inició la fase de terminación de 39 días. Los tratamientos consistieron en: una dieta Control (heno de alfalfa y pellet de girasol), una dieta suplementada con grano de maíz entero (GM) y una dieta suplementada con grano de avena entero (GA), ambas con 60% de grano. Finalizado el ciclo, los animales fueron faenados y se extrajeron muestras del músculo *Longissimus thoracis* (vértebras 9° a 12°), las cuales fueron envasadas al vacío y asignadas a uno de cuatro tiempos de maduración: 1, 4, 8 y 16 días a 4°C.

Los resultados productivos mostraron que la suplementación energética impactó positivamente en la ganancia de peso. Los animales de los grupos GA y GM tuvieron un peso vivo final significativamente mayor ($p<0,05$), alcanzando valores promedio de 51,24 kg y 52,37 kg respectivamente, en comparación con los 46,65 kg del grupo Control.

En cuanto a la calidad de la carne, no se observó interacción significativa entre la dieta y el tiempo de maduración. El pH se mantuvo estable en todos los grupos. Respecto al color, la dieta GM generó carne con mayor luminosidad ($L^* = 38,12$) y un índice de amarillo más elevado ($b^* = 9,49$), atribuible al contenido de carotenoides del maíz y a una mayor deposición de grasa intramuscular. Por el

contrario, la carne del tratamiento GA presentó menores valores de rojo (a^*) y, destacablemente, menores pérdidas por descongelado (5,77%) respecto al control (7,19%), lo que sugiere un efecto protector de los componentes de la avena sobre la estructura muscular durante la congelación.

En relación a la maduración, se confirmó su influencia positiva sobre la capacidad de retención de agua. Las pérdidas por goteo disminuyeron progresivamente ($p < 0,0001$) con el transcurso de los días, y las pérdidas por cocción fueron significativamente mayores en el día 1 en comparación con los días 4, 8 y 16.

Se concluye que la terminación a corral de ovinos con dietas altas en grano mejora la eficiencia productiva sin comprometer la calidad tecnológica de la carne. Mientras el maíz favorece la apariencia visual (color y luminosidad), la avena ofrece ventajas en la retención de líquidos tras el descongelado.

2 INTRODUCCIÓN

2.1 PRODUCCIÓN OVINA A NIVEL MUNDIAL

En 2024, la producción mundial de carne ovina mostró un leve crecimiento respecto del año anterior, evidenciando la estabilidad y desafíos que caracterizan al sector, principalmente vinculados a condiciones climáticas adversas, alto costos de alimentación y variaciones en la demanda global (FAO, 2024). Según la FAO, la producción global de carne ovina alcanzó aproximadamente 19,10 millones de toneladas en peso canal equivalente (PCE), lo que representa un aumento del 0,6% respecto al año 2023, cuando se produjeron 18,97 millones de toneladas.

El continente asiático concentra la mayor parte de la producción mundial de carne ovina, seguido por Oceanía, África y Europa (Tabla 1).

Tabla 1. Principales productores mundiales de carne ovina en 2024.

País / Región	Producción (millones de tn PCE)	% respecto al total mundial
Asia	12,55	65,7
China	5,18	27,1
India	2,90	15,2
Oceanía	1,36	7,1
Australia	0,93	4,9
África	3,52	18,4
Europa	1,10	5,7
Reino Unido	0,27	1,4

Fuente: FAO, Meat Market Review 2024.

El crecimiento en países como India, Turquía, Australia y Pakistán responde a una mayor demanda interna asociada con procesos de urbanización, aumento de los ingresos y mejoras en la capacidad de procesamiento y genética ovina. Por el contrario, Nueva Zelanda ha experimentado una reducción en su producción ligada a condiciones climáticas adversas; mientras que, en Europa, la disminución se debe a la reducción del tamaño de las majadas y problemas sanitarios como pestes de pequeños rumiantes. Los precios internacionales de la carne ovina aumentaron un 9,1 % en 2024, impulsados por una oferta limitada en los principales países exportadores y una demanda sostenida en mercados tradicionales (FAO, 2024).

Las exportaciones mundiales de carne ovina crecieron un 7,5%, con Australia consolidándose como principal exportador, seguido por Nueva Zelanda y la Unión Europea, que ha disminuido debido a una menor producción y precios no competitivos. La demanda de importaciones creció en Estados Unidos, Reino Unido y países del cercano Oriente, pero disminuyó en China por una demanda interna débil. En América del Sur, las exportaciones cayeron de 30 mil toneladas en 2023 a 23 mil toneladas en 2024, mientras que las importaciones se mantuvieron estables en 5 mil toneladas, reflejando una participación limitada en el comercio global.

2.2 ESTADO ACTUAL DE LA PRODUCCIÓN OVINA EN ARGENTINA

En este contexto global, Argentina desempeña un rol relevante en América del Sur, aunque su producción es limitada frente a líderes como Australia y Nueva Zelanda. El país sostiene una importante actividad ovina, con más de 12 millones de cabezas distribuidas en tres regiones principales que definen los sistemas productivos actuales (Tabla 2).

Tabla 2. Existencia de ovinos en Argentina por provincia y categoría

Provincia	Carneros	Ovejas	Borregos	Capones	Corderos	Total de ovinos
Chubut	98.944	1.573.943	529.498	505.572	402.442	3.110.399
Santa cruz	77.083	1.279.927	343.823	169.330	317.212	2.187.375
Buenos Aires	75.380	1.165.232	125.288	42.639	345.027	1.753.566
Río Negro	30.493	573.194	129.089	113.934	183.636	1.030.346
Corrientes	43.708	581.367	142.301	30.845	203.048	1.001.269
Resto de país	156.378	2.101.342	383.612	117.354	599.265	3.357.951
Total general	481.986	7.275.005	1.653.611	979.674	2.050.630	12.440.906

Fuente: Adaptado de Subsecretaría de Ganadería y Producción Animal, 2024.

La región Patagónica, principalmente conformada por las provincias de Chubut, Santa Cruz y Río Negro, concentra aproximadamente el 50% del stock nacional, caracterizándose por sistemas extensivos basados en pastizales naturales de estepa (De Gea, 2007). Las razas más difundidas son Merino y Corridale, las cuales están adaptadas a las condiciones climáticas rigurosas de la zona (De Gea, 2007). Esta región enfrenta importantes limitaciones como la degradación de pastizales por sobrepastoreo, bajos índices reproductivos y

marcada dependencia del mercado lanero, que muestra alta volatilidad (*Duhart, 2007*).

En contraste, la región Pampeana, con la provincia de Buenos Aires como principal exponente, ha desarrollado sistemas más intensivos con razas doble propósito, pasturas implantadas y suplementación estratégica, lo que ha permitido alcanzar los mejores indicadores productivos (*Duhart, 2007*).

Por su parte, en la región Mesopotámica, Corrientes destaca con sistemas tradicionales basados en razas criollas adaptadas a climas húmedos (*De Gea, 2007*). La base forrajera está compuesta por pastizales naturales, pero los principales desafíos incluyen la falta de infraestructura adecuada para la comercialización y la competencia con otras actividades agropecuarias más rentables (*Duhart, 2007*).

2.3 FEEDLOT

Para abordar los desafíos de los sistemas extensivos y mejorar la eficiencia productiva, el feedlot o engorde a corral se ha consolidado como una alternativa clave en las regiones Patagónica y Pampeana, donde las condiciones climáticas y las demandas del mercado han impulsado su adopción (*Bayer y Petryna, 2012*). Este sistema de engorde intensivo permite un control preciso de la alimentación y del manejo sanitario, logrando una terminación más rápida y uniforme de los animales.

En la Patagonia, ha sido utilizado especialmente para el engorde de corderos "cola", que son aquellos que nacen al final de la temporada y no alcanzan el peso adecuado durante la temporada de pastoreo, y ovejas de descarte. Las ganancias diarias de peso observadas en corderos son de hasta 246 gramos, con ciclos productivos que oscilan entre 50 y 60 días (*García Martínez et al., 2012*). Esto representa una ventaja considerable frente a los sistemas extensivos, especialmente en años de sequía, cuando la disponibilidad de pasturas naturales se reduce drásticamente.

Sin embargo, el feedlot enfrenta desafíos como los altos costos de alimentación, ya que requiere grandes cantidades de granos y balanceados, insumos cuyo precio es altamente variable (*García Martínez et al., 2012*). A esto se suma la necesidad de infraestructura adecuada, mano de obra capacitada y conocimientos específicos para un manejo sanitario eficaz, en particular para prevenir problemas como la acidosis ruminal, que puede afectar hasta el 5% de los animales en engorde (*Bayer y Petryna, 2012*).

La diversificación hacia sistemas intensivos como el feedlot fortalece la producción ovina, ofreciendo una alternativa para regiones con limitaciones climáticas y aumentando el potencial exportador.

2.4 ALIMENTACIÓN EN SISTEMAS DE ENGORDE A CORRAL

La alimentación en sistemas de feedlot constituye un factor determinante para alcanzar un óptimo rendimiento animal, tanto en términos de ganancia de peso vivo (GPV) como en la calidad de la canal. Según *Giraud et al. (2014)*, la dieta debe estar cuidadosamente balanceada en energía y proteína para maximizar la eficiencia productiva.

Además, la inclusión de fibra, es clave para mantener un ambiente ruminal estable, evitando trastornos digestivos como la acidosis, que puede reducir el consumo y comprometer la digestibilidad de los nutrientes.

El pH del rumen es un parámetro crítico para una digestión eficiente en los rumiantes. El rango óptimo se sitúa entre 6,2 y 7,0, favoreciendo la actividad de los microorganismos celulolíticos y la fermentación de la fibra (*Calsamiglia y Ferret 2002*). Cuando el pH desciende por debajo de 6,0, se inhibe la degradación de la fibra y pueden desarrollarse cuadros de acidosis subclínica (*Dijkstra et al., 2012*). Tres procesos fisiológicos contribuyen a mantener el equilibrio ácido-base en el rumen: (1) la secreción salival, rica en bicarbonato y fosfato, que actúa como agente tampón y se estimula con dietas que contienen fibra larga (*Calsamiglia y Ferret, 2002*); (2) la absorción de ácidos grasos volátiles a través de la mucosa ruminal, que permite la eliminación de protones (*Dijkstra et al., 2012*); y (3) la

capacidad tampón intrínseca de algunos forrajes, como la alfalfa, que presentan una alta capacidad de intercambio iónico (*Calsamiglia y Ferret, 2002*).

Diversos factores dietéticos y de manejo pueden alterar el pH. Por ejemplo, dietas con alto contenido de carbohidratos no estructurales, como el almidón de trigo o maíz, tienden a fermentar rápidamente, produciendo ácido láctico y reduciendo el pH por debajo de 5,5 cuando se incluyen en más del 40 % de la materia seca (*Calsamiglia y Ferret, 2002*). Asimismo, el uso de granos muy molidos aumenta su fermentabilidad, elevando el riesgo de acidosis (*Dijkstra et al., 2012*). Por otro lado, la inclusión de fibra efectiva en la dieta, en proporciones superiores al 30 % de fibra detergente neutro, estimula la rumia y la salivación, contribuyendo así a estabilizar el pH (*Dijkstra et al., 2012*).

2.5 CALIDAD DE CARNE

En Argentina, el consumo de carne ovina es bajo en comparación con la carne bovina; sin embargo, su valor nutricional y producción sostenible en suelos marginales, la posicionan como una alternativa saludable con potencial para aumentar su aceptación, si se optimizan sus atributos sensoriales y tecnológicos mediante sistemas de alimentación intensivos.

La calidad de la carne ovina se define por atributos que determinan su aceptabilidad por el consumidor, incluyendo características sensoriales, nutricionales, higiénico – sanitarias y tecnológicas, las cuales están influenciados por la alimentación, la raza, el manejo pre y postmortem, y el procesamiento (*Consigli, 2001*). Entre las características sensoriales mas importantes para el consumidor destaca el color, donde un rojo brillante indica frescura, variando según la edad y tipo de dieta del animal. La terneza depende de la cantidad de tejido conectivo y del grado de maduración postmortem, mientras que la jugosidad y el sabor están relacionados con el contenido de grasa intramuscular y compuestos aromáticos que derivan de la alimentación (*Schor et al., 2008*).

En cuanto a la composición nutricional, la carne ovina es una fuente de proteínas de alto valor biológico, esenciales para el desarrollo muscular y

metabólico. Presenta un perfil lipídico con ácidos grasos beneficiosos como el ácido linoleico conjugado y omega-3, especialmente en animales criados a pastoreo, lo cual aporta beneficios a la salud cardiovascular (*García et al., 1996; Hernández, 2002*). Además, es rica en hierro, zinc y vitaminas del complejo B. La inocuidad se garantiza mediante la ausencia de patógenos y residuos químicos, lograda a través de buenas prácticas de manejo y sistemas de trazabilidad (*Hernández, 2002*).

La calidad de la carne también está influida por factores como el sistema de producción, ya que la alimentación a pastoreo suele resultar en menor grasa intramuscular, pero con mayor proporción de ácidos grasos insaturados en comparación con la alimentación a base de granos (*Schor et al., 2008*). La raza y la genética afectan la terneza, el color y la distribución de grasa, con razas especializadas que tienden a tener mejor conformación y marmoleo. El manejo pre y postmortem es clave; el estrés ante el sacrificio puede alterar el pH, afectando color y textura, mientras que la maduración en refrigeración mejora la terneza gracias a la acción de enzimas proteolíticas (*Schor et al., 2008*).

Durante el procesamiento y conservación, técnicas como el enfriamiento rápido y el envasado al vacío ayudan a preservar las cualidades sensoriales y reducir la oxidación lipídica (*Descalzo et al., 2005*). Los cortes procedentes de animales jóvenes son más tiernos y suaves, mientras que la carne proveniente de ovinos adultos requiere métodos de cocción más prolongados debido a un mayor contenido de colágeno. La grasa subcutánea, blanca y firme, contribuye a la jugosidad, aunque su exceso puede ser rechazado en mercados que prefieren productos magros (*Hernández, 2002*).

3 HIPÓTESIS

- La carne de los animales que consumen dietas con grano de avena presenta similares parámetros de calidad tecnológica (pH, pérdidas por descongelado, cocción, goteo y jugo exprimibles, color) a la de aquellos alimentados con grano de maíz, debido a que ambas dietas proporcionan niveles comparables de nutrientes esenciales para el desarrollo muscular y la calidad post – mortem.
- La carne de los animales que consumen dietas compuestas por grano de avena y maíz presentan diferentes parámetros de calidad tecnológica (pH, pérdidas por descongelado, cocción, goteo y jugo exprimible, color) que aquellos que consumen heno de alfalfa, debido a las diferencias en aporte energético y contenido de fibra de las dietas.
- A medida que avanza el tiempo de maduración en húmedo, se observan variaciones en el color y la retención de agua de la carne, como consecuencia de cambios bioquímicos post – mortem en el músculo.

4 OBJETIVOS

- Evaluar parámetros de calidad tecnológica (pH, pérdidas por descongelado, cocción, goteo y jugo exprimible) en la carne de ovinos alimentados con tres dietas isoprotéicas basadas en heno, grano de avena o grano de maíz.
- Evaluar parámetros de color (luminosidad, color rojo y color amarillo) de la carne ovina madurada en húmedo tras 1, 4, 8 y 16 días, en animales alimentados con dietas isoprotéicas basadas en heno, grano de avena o grano de maíz.

5 MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 SITIO DE ESTUDIO

Durante 2021 se llevó a cabo un ensayo en el animalario del Departamento de Agronomía, Universidad Nacional del Sur (UNS), localizado en la ciudad de Bahía Blanca, Provincia de Buenos Aires.



Figura 1. Imagen satelital del sitio de estudio.

5.2 ANIMALES

Para el estudio se emplearon 18 ovinos machos castrados de raza Merino Dohne, asignados a tres grupos experimentales, cuyos pesos iniciales promedio fueron:

- 40,51 kg $\pm$ 1,19 Kg
- 39,14 kg $\pm$ 1,10 Kg
- 40,46 kg $\pm$ 1,14 Kg

Los mismos se distribuyeron en corrales individuales, parcialmente techados y equipados con comederos y bebederos para garantizar un control preciso sobre las variables de alimentación y manejo a lo largo del estudio.

5.3 DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental fue completamente aleatorizado, con 3 tratamientos y replicas balanceadas (n=6). Cada corral constituyó una unidad experimental a la que se le asignaron los tratamientos.

5.4 TRATAMIENTO

El ensayo se llevó a cabo en dos etapas: recría y terminación. Los tratamientos consistieron en el suministro de distintas dietas.

Las dietas asignadas a cada grupo fueron:

- Grupo 1 → Control (C): Heno de alfalfa + pellet de girasol.
- Grupo 2 → Tratamiento GM: Heno de alfalfa + pellet de girasol + grano de maíz entero.
- Grupo 3 → Tratamiento GA: Heno de alfalfa + pellet de girasol + grano de avena entero.

5.5 MANEJO DE LA ALIMENTACIÓN

El ensayo propiamente dicho comenzó luego de un periodo de acostumbramiento de 26 días, cuyo objetivo fue la adaptación paulatina de los animales a permanecer en corrales de manera individual, alimentarse en comederos y adecuar su flora microbiana a la nueva dieta, previniendo trastornos digestivos.

Las raciones suministradas a los ovinos se elaboraron en el galpón contiguo al sector de los corrales, en forma individual para cada animal, mediante la cuantificación de los distintos ingredientes utilizando balanzas digitales.

Las dietas se formularon isoproteicas e incluyeron en la mezcla un núcleo vitamínico-mineral con monensina al 3%, con el fin de asegurar la cobertura de los requerimientos nutricionales de los ovinos.

La primera etapa (recría), tuvo una duración de 21 días. Durante la misma se emplearon dietas formuladas con 15,5 % de PB y 45 % de grano de maíz o avena para los tratamientos GM y GA, respectivamente.

La composición porcentual de los ingredientes de las dietas de la primera etapa y su composición química se detallan en la Tabla 3.

Tabla 3. Participación de los ingredientes y composición química de las dietas de la primera etapa (recría).

Ingredientes, % MS	Tratamientos		
	Control	Tratamiento GA	Tratamiento GM
Grano entero de avena	-	45	-
Grano entero de maíz	-	-	45
Heno de pastura	88,65	38,07	37,26
Harina de girasol	11,35	16,93	17,74
Composición química*			
MS, %	92,14	91,23	89,41
PB, %	15,50	15,50	15,50
FDN, %	59,39	49,42	47,76
FDA, %	43,39	31,64	24,82
DIVMS, %	55,18	64,26	69,56
EE, %	2,16	3,84	3,11
Cenizas, %	6,12	4,86	3,77
EM, Mcal/kg MS	1,99	2,32	2,51

*MS: Materia seca; PB: Proteína Bruta; FDN: Fibra detergente neutro; FDA: Fibra detergente ácido; DIVMS: Digestibilidad de la materia seca; EE: Extracto etéreo; EM: Energía metabolizable.

Finalizada la primera etapa del estudio, tuvo lugar un nuevo periodo de acostumbramiento de 10 días, en el que se fue incrementando gradualmente el contenido de grano en las dietas GM y GA hasta alcanzar los valores correspondientes a la fase de terminación. En esta segunda etapa, de 39 días de duración, se suministraron dietas formuladas con 13 % PB y un 60% de grano.

En la Tabla 4 se detalla la composición porcentual de los ingredientes de las dietas correspondientes a cada tratamiento y la composición química de las dietas suministradas durante la segunda etapa.

Tabla 4. Participación de los ingredientes y composición química de las dietas de la segunda etapa (terminación).

Ingredientes, % MS	Tratamientos		
	Control	Tratamiento GA	Tratamiento GM
Grano entero de avena	-	60	-
Grano entero de maíz	-	-	60
Heno de pastura	98,93	31,50	30,42
Harina de girasol	1,07	8,50	9,58
Composición química*			
MS, %	92,41	91,21	88,77
PB, %	13,00	13,00	13,00
FDN, %	61,34	48,04	45,83
FDA, %	44,89	29,35	20,27
DIVMS, %	53,93	66,03	73,11
EE, %	2,24	4,48	3,52
Cenizas, %	6,12	4,45	2,98
EM, Mcal/kg MS	1,95	2,38	2,64

*MS: Materia seca; PB: Proteína Bruta; FDN: Fibra detergente neutro; FDA: Fibra detergente ácido; DIVMS: Digestibilidad de la materia seca; EE: Extracto etéreo; EM: Energía metabolizable.

A lo largo de todo el estudio, el alimento se suministró *ad libitum*, una sola vez al día, al mediodía. La cantidad de alimento proporcionada a cada cordero era ajustada diaria e individualmente en función del consumo, de acuerdo con la cantidad de alimento sobrante del día anterior. Si el alimento era menor a 150 g, se aumentaba en 100 g la cantidad de ración ofrecida; si el alimento remanente estaba entre 151 y 300 g, se ofrecía la misma ración que el día anterior; y si el alimento remanente era mayor a 301 g por tres días consecutivos, se disminuía en 100 g la ración ofrecida.

5.6 DETERMINACIONES

Parámetros físicos

Consumo

Se determinó el consumo individual diario mediante el cálculo de la diferencia entre la cantidad de alimento ofrecida y rechazada.

Peso vivo (PV) y ganancia diaria de peso vivo (GDP)

Todas las semanas se pesaban individualmente los animales a las 10 horas, previo al momento de alimentación a fin de monitorear la evolución del peso vivo a lo largo del tiempo.

La ganancia diaria de peso vivo por animal se obtuvo calculando la diferencia de peso entre pesadas sucesivas y dividiéndola por el número de días del intervalo correspondiente.

Parámetros de calidad de carne

Al finalizar el ensayo, los animales fueron trasladados a un frigorífico comercial (Frigorífico Sur S.A.) y sacrificados conforme a lo establecido por el protocolo de SENASA.

Luego de 24 h de enfriado de la canal, se tomó una muestra de cada individuo correspondiente al músculo *Longissimus thoracis*, entre las vértebras 9° y 12°. Luego se realizaron las determinaciones que se detallan a continuación.

Proceso de maduración

Cada uno de los bifes pertenecientes a las vértebras 9°, 10°, 11° y 12° fueron deshuesados, pesados, envasados al vacío y asignadas a uno de cuatro tratamientos de maduración en húmedo: 1 día (24 h *postmortem*), 4 días, 8 días y 16 días (Figura 1). El proceso de maduración consistió en mantener las porciones de carne sellada al vacío a 4°C durante el tiempo asignado y luego congelarlas a -20 °C para posteriores análisis.

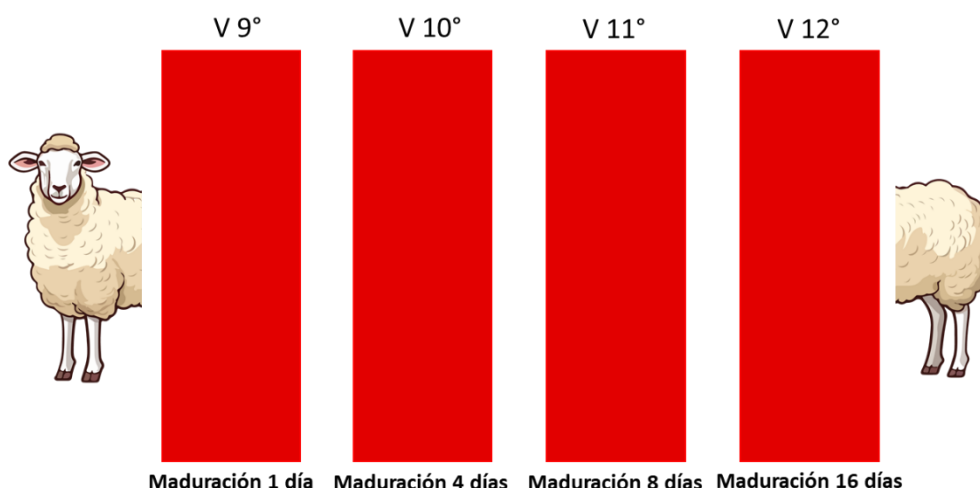


Figura 2. Representación esquemática de los cortes utilizados para el ensayo de maduración (vértebras 9°, 10°, 11° y 12°)

Pérdidas por descongelado y pH

Todas las muestras de carne madurada fueron descongeladas durante 24 h a 5°C. Luego fueron extraídas de su envoltorio, secadas con toallas de papel y pesadas para determinar las pérdidas por descongelado (PD), en función de su peso antes de ser envasadas. También se midió el pH de la carne en cuatro puntos utilizando un medidor portátil Altronix TPA IV con compensación automática de temperatura.

Medición del color – Calidad organoléptica

Cada porción de carne fue cortada a la mitad en forma transversal y la nueva superficie fue expuesta al aire durante 30 minutos (*blooming*) a temperatura ambiente para la medición de color utilizando un colorímetro CR-400 Minolta (Konica Minolta Sensing Americas Inc., Ramsey, NJ, EE. UU.) con iluminante D65, 2° de ángulo de observador y calibrado con una placa blanca. Se realizaron ocho disparos (cuatro sobre cada una de las superficies) y se determinaron las variables CIE: L* (luminosidad), a* (color rojo) y b* (color amarillo).

Capacidad de retención de agua – Calidad tecnológica

Se evaluó la capacidad de retención de agua de la carne utilizando las metodologías de Honikel (1998), Cañeque y Sañudo (2000) y Grau y Hamm (1953) con modificaciones. Las variables evaluadas fueron pérdida por goteo (PG),

pérdida por cocción (PC) y jugo exprimible (JE); todas las determinaciones se realizaron por duplicado.

Para la evaluación de las pérdidas por goteo (PG) se pesó un trozo de carne libre de grasa de 10-15 g. Este fue colgado desde un extremo utilizando un gancho de alambre e introducido dentro de una bolsa plástica con cierre hermético, asegurando que no toque el fondo. Cada muestra fue colgada en heladera a 4°C y luego de 48 h extraída y pesada. La PG se determinó como la relación entre el peso de la muestra a las 48 h con el peso inicial del trozo de carne.

Para la evaluación de pérdidas por cocción (PC) se pesó un trozo de carne libre de grasa de 5-10 g. Este fue colocado dentro de una bolsa plástica con cierre hermético y sumergido dentro de un baño de agua caliente a 75°C durante 15 minutos. Durante la inmersión, las bolsas fueron colocadas de tal manera que el agua no pudiera ingresar dentro de ellas. Transcurrido el tiempo, las bolsas fueron retiradas del baño y colocadas inmediatamente en agua fría por 5 minutos para detener la cocción. Finalmente, cada trozo de carne fue extraído, secado con una toalla de papel y pesado. La PC se determinó como la relación entre el peso de la muestra cocida y el peso de la muestra cruda.

Para la evaluación de jugo exprimible (JE) se pesó un trozo de carne libre de grasa de aproximadamente 0,5 g. Este fue colocado en el centro de un papel de filtro doblado por la mitad, previamente secado en estufa a 60 °C por 24 h, y a su vez colocado entre dos placas de vidrio. La muestra fue prensada apoyando sobre la placa de vidrio superior una pesa de 2,5 kg durante 5 minutos. Transcurrido el tiempo, la muestra de carne fue retirada y pesada nuevamente. El JE se determinó como la relación entre el peso de la muestra prensada y la muestra inicial.

5.7 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos de peso vivo inicial y final se analizaron con ANOVA simple, comparando entre tratamientos. Los datos de calidad de la carne y maduración (perdida por descongelado, pH, L*, a*, b*, pérdida por goteo, pérdida por cocción y jugo exprimible) se analizaron con ANOVA doble, tomándose como factores los

tratamientos y tiempo de maduración e incluyendo en el modelo la interacción entre ambos.

Todos los análisis fueron realizados con el software estadístico INFOSTAT (*Di Rienzo et al., 2018*) y las medias comparadas mediante el test DMS de Fisher con un nivel de significancia de 0,05.

6 RESULTADOS

6.1 PARÁMETROS FÍSICOS

Peso vivo

La figura 3 representa el peso vivo promedio de los animales al inicio y al final del ensayo para cada tratamiento. Al inicio del estudio los tres grupos presentaron pesos similares ($p>0,05$). Sin embargo, se hallaron diferencias significativas ($p<0,05$) en el peso vivo promedio final. Los tratamientos GA y GM presentaron pesos mayores (51,24 y 52,37 kg respectivamente) en comparación con el control (46,65 kg).

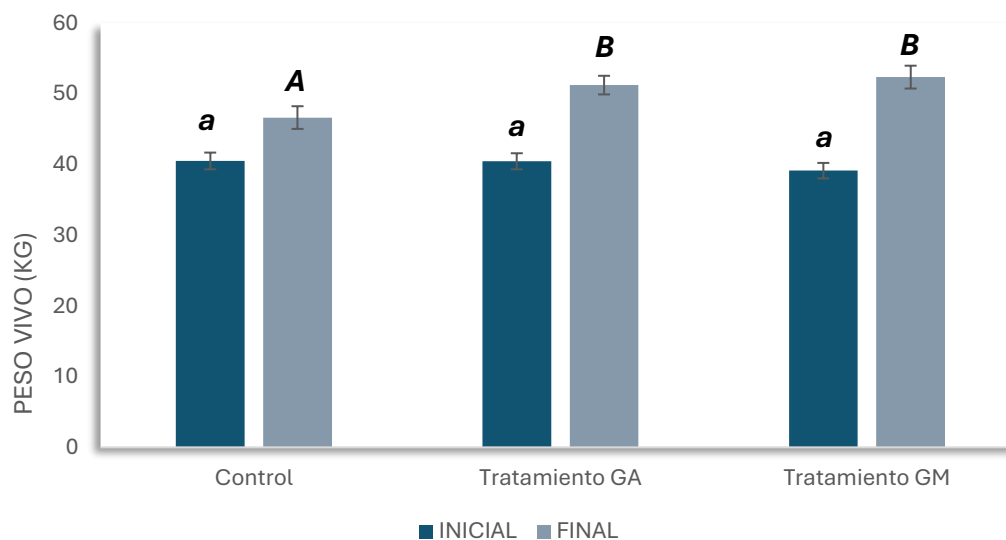


Figura 3. Peso vivo promedio de los animales al comienzo y al final del ensayo, para cada uno de los tratamientos (control, GA y GM). Letras minúsculas distintas indican diferencias significativas ($p<0,05$) entre los tratamientos para el peso inicial; letras mayúsculas distintas indican diferencias significativas ($p<0,05$) entre los tratamientos para el peso final.

6.2 PARÁMETROS DE CALIDAD DE CARNE

No se detectó ninguna interacción entre los tratamientos dietarios y el tiempo de maduración de la carne en ninguno de los parámetros analizados ($p>0,05$).

6.2.1 Pérdidas por descongelado y pH

Pérdidas por descongelado

Las pérdidas por descongelado se fueron incrementando ($p=0,0038$) de manera progresiva con el avance de los días de maduración en todas las dietas (Figura 4). Por otra parte, las muestras de carnes correspondientes al tratamiento GA presentaron menor ($p=0,0235$) pérdida por descongelado que las del control (Tabla 5).

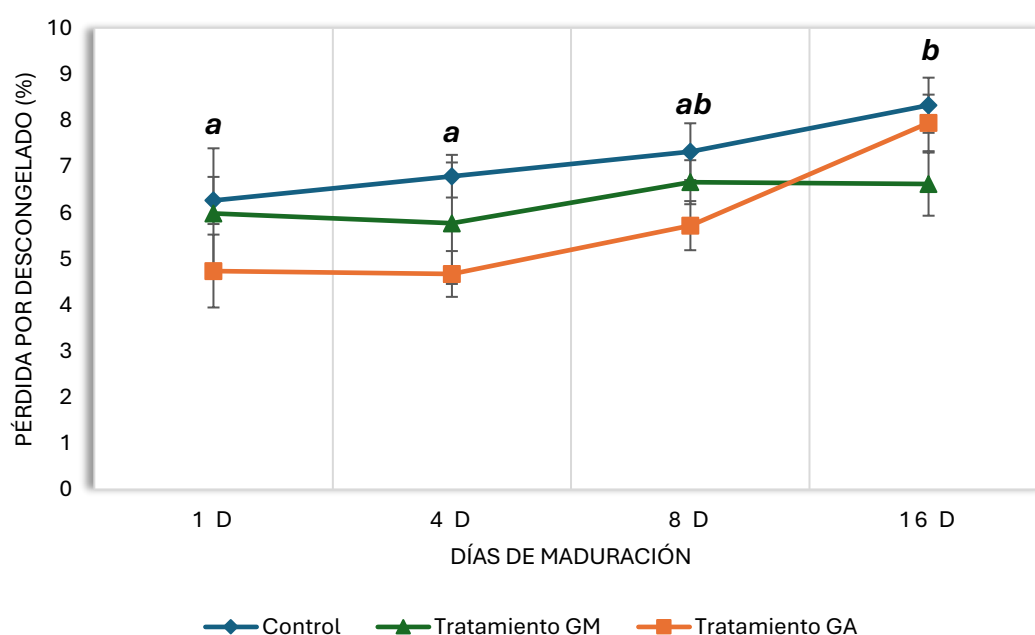


Figura 4. Evolución de la pérdida por descongelado (%) según los días de maduración correspondientes al control y los tratamientos GA y GM. Letras distintas indican diferencias significativas ($p<0,05$) entre días de maduración.

Tabla 5. Media $\pm$ error estándar de la pérdida por descongelado (%) correspondiente al control y los tratamientos GA y GM. Letras distintas indican diferencias significativas ($p<0,05$) entre tratamientos.

	Control	Tratamiento GA	Tratamiento GM
Media	7,19	5,77	6,27
±Error Estándar	0,30	0,40	0,49
	<i>b</i>	<i>a</i>	<i>ab</i>

pH

Los valores de pH se mantuvieron relativamente constantes; sin presentar diferencias significativas ($p>0,05$) entre tratamientos o días de maduración (Figura 5).

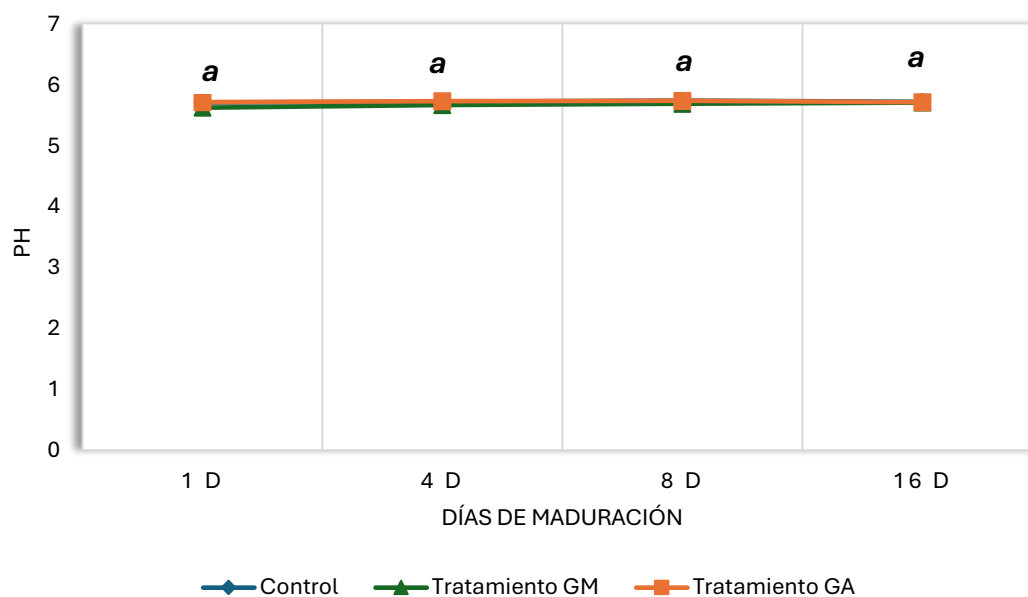


Figura 5. Valores de pH de los tratamientos (Control, GM y GA) según los días de maduración. Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$) entre días de maduración.

6.2.2 Color

Luminosidad

La luminosidad no se vio afectada ($p > 0,05$) por el tiempo de maduración (Figura 6); sin embargo, sí se hallaron diferencias significativas entre los tratamientos. La carne correspondiente al tratamiento GM presentó los valores más elevados ($p = 0,0240$), respecto al tratamiento GA y el control (Tabla 6).

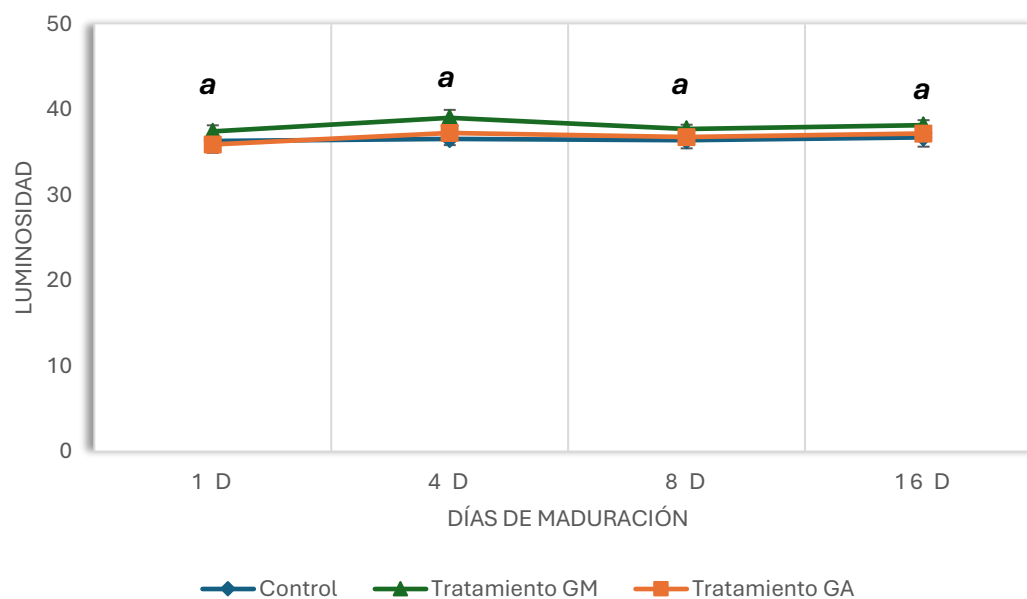


Figura 6. Influencia del tiempo de maduración sobre la luminosidad correspondiente al control y los tratamientos GM y GA. Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$) entre días de maduración.

Tabla 6. Valores promedios y $\pm$ error estándar de luminosidad, correspondientes a control y los tratamientos GA y GM. Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$) entre tratamientos.

	Control	Tratamiento GA	Tratamiento GM
Media	36,54	36,82	38,12
$\pm$Error Estándar	0,42	0,39	0,35
	a	a	b

Color Rojo (a^*)

No se encontraron diferencias ($p > 0,05$) entre los tiempos de maduración para esta variable (Figura 7). El tratamiento GA presentó los valores más bajos ($p = 0,0119$) respecto del tratamiento GM y el control (Tabla 7).

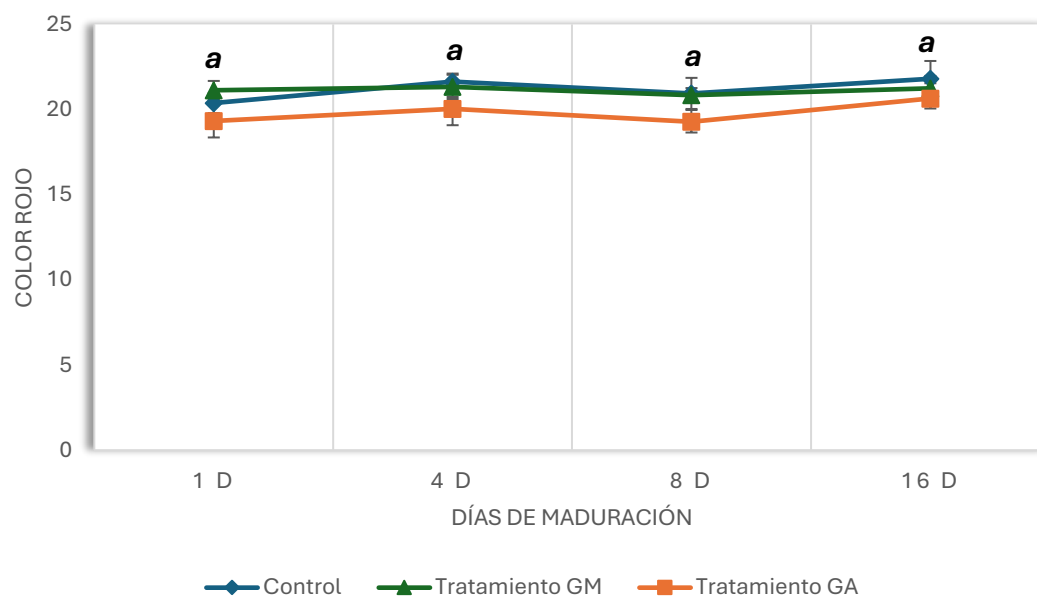


Figura 7. Influencia del tiempo de maduración sobre el color rojo, correspondiente al control y los tratamientos GM y GA. Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los tratamientos.

Tabla 7. Media y $\pm$ error estándar del color rojo para el control y los tratamientos GA y GM. Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los tratamientos.

	Control	Tratamiento GA	Tratamiento GM
Media	21,19	19,83	21,14
$\pm$Error Estándar	0,39	0,34	0,28
	b	a	b

Color amarillo (b*)

En concordancia con lo ocurrido con los demás parámetros de color, no se detectaron diferencias ($p > 0,05$) entre los tiempos de maduración para esta variable (Figura 8). Sin embargo, sí se hallaron diferencias ($p = 0,0077$) entre tratamientos. Las muestras correspondientes al tratamiento GM presentaron valores superiores a las del tratamiento GA y el tratamiento control mostró valores intermedios (Tabla 8).

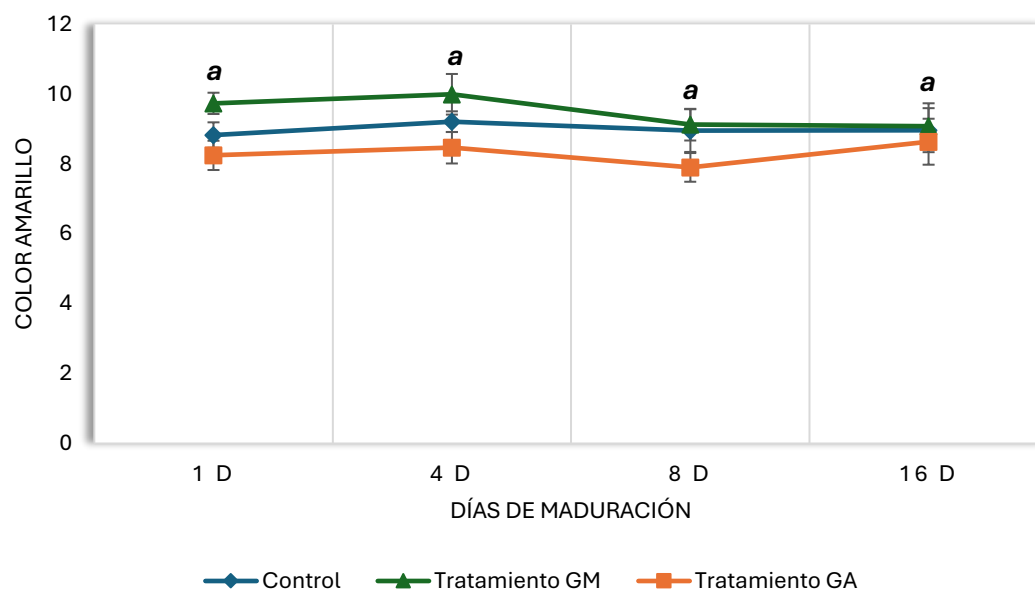


Figura 8. Influencia del tiempo de maduración sobre el color amarillo, correspondiente al control y los tratamientos GM y GA. Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los tratamientos.

Tabla 8. Media $\pm$ error estándar del color amarillo para el control y los tratamientos GA y GM. Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los tratamientos.

	Control	Tratamiento GA	Tratamiento GM
Media	8,99	8,32	9,49
$\pm$Error Estándar	0,23	0,24	0,25
	ab	a	b

6.2.3 Capacidad de retención de agua

Pérdida por goteo (% PG)

No se observaron diferencias significativas ($p > 0,05$) entre tratamientos en cuanto al % PG, el cual mostró una disminución ($p < 0,0001$) a medida que avanzó el tiempo de maduración de la carne (Figura 9).

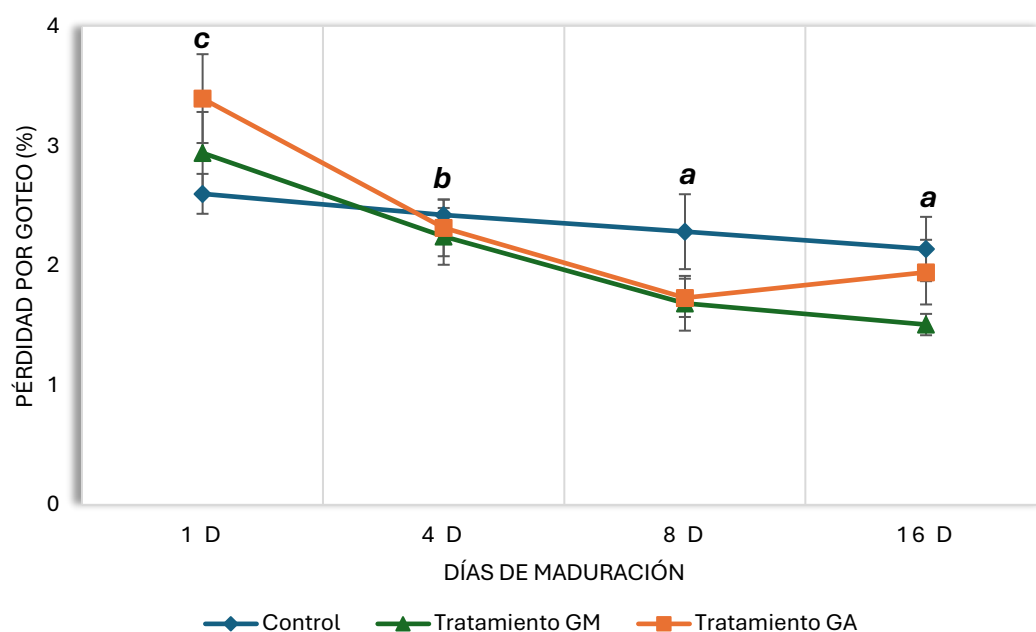


Figura 9. Evolución de la pérdida por goteo (%) según los días de maduración correspondientes al control y los tratamientos GM y GA. Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$) entre días de maduración.

Pérdida por cocción (% PC)

Las pérdidas por cocción difirieron entre tratamientos y tiempos de maduración. Las muestras de carne maduras durante 1 día tuvieron mayores ($p = 0,0002$) pérdidas por cocción respecto a los tres tiempos restantes, sin presentar diferencias ($p > 0,05$) entre ellos (Figura 10). Por otra parte, en la Tabla 9 se puede observar que el tratamiento control presentó valores superiores ($p = 0,0260$) los del tratamiento GM.

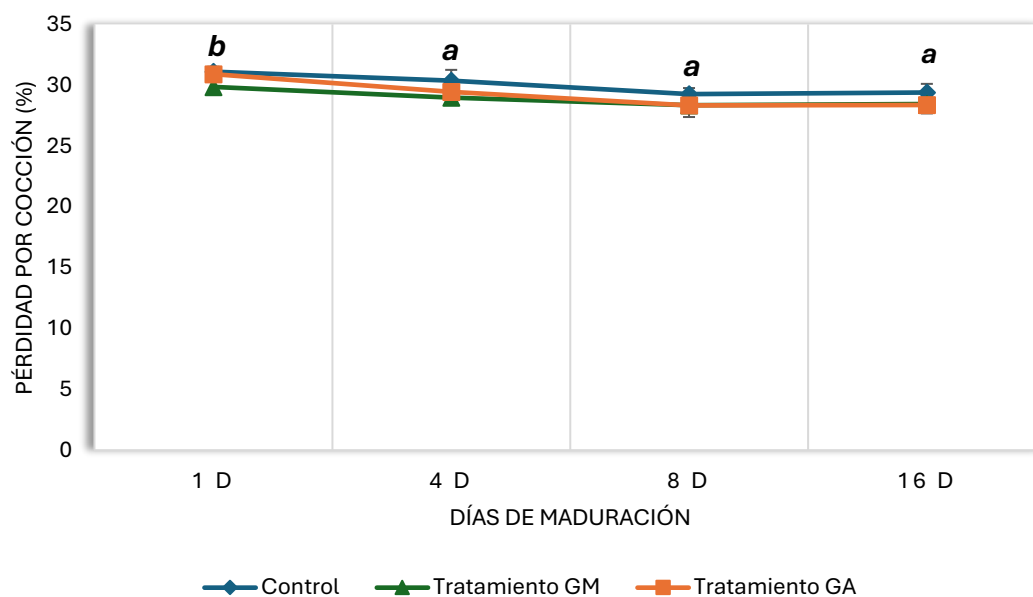


Figura 10. Evolución de la pérdida por cocción (%) según los días de maduración correspondientes al control y los tratamientos GM y GA. Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los días de maduración.

Tabla 9. Media $\pm$ error estándar de la pérdida por cocción (%), correspondientes al control y los tratamientos GA y GM. Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$) entre tratamientos.

	Control	Tratamiento GA	Tratamiento GM
Media	30,04	29,27	28,91
$\pm$Error Estándar	0,34	0,31	0,31
	b	ab	a

Jugo exprimible (% JE)

En la figura 11, se puede observar que no se encontraron diferencias entre tratamientos ni tiempos de maduración para las pérdidas por jugo exprimible ($p > 0,05$).

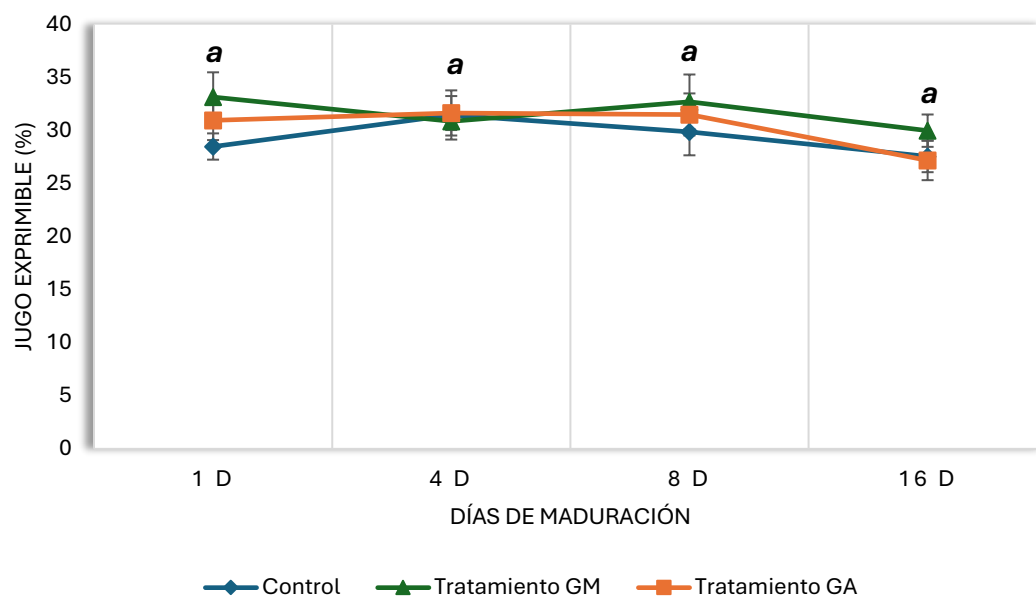


Figura 11. Evolución de la pérdida por Jugo exprimible (%) según los días de maduración correspondientes al control y los tratamientos GM y GA. Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$) entre tratamientos.

7 DISCUSIÓN

Parámetros físicos

En el presente trabajo se encontró que los animales alimentados con los tratamientos dietarios GA y GM presentaron un mayor peso vivo final que el tratamiento control. Estudios realizados por *Camps y González (2001)* y *Vásquez Rivas et al. (2018)*, concluyeron que la inclusión de granos en la dieta, afectó de manera positiva al peso vivo final de los ovinos debido al contenido energético superior que presentan los mismos. Esto sugiere que la suplementación con granos sería una opción viable para realizar períodos cortos de terminación, contribuyendo a la mejora del rendimiento productivo de los ovinos.

Parámetros de calidad tecnológica y organoléptica de la carne

En cuanto a la calidad de la carne, las pérdidas por descongelado aumentaron con el tiempo de maduración en todos los tratamientos. *Koohmaraie (1996)* explicó que la formación de cristales de hielo durante la congelación daña las membranas celulares de las fibras musculares, liberando agua al descongelarse, mientras que la maduración prolongada intensifica la degradación proteica por enzimas, reduciendo la capacidad del tejido para retener agua. Adicionalmente, este comportamiento también podría ser explicado por la presión negativa ejercida sobre la carne durante el envasado al vacío, en el proceso de maduración en húmedo. Esto provoca una mayor extracción de líquidos y las pérdidas tienden a intensificarse conforme se prolonga el período de maduración bajo estas condiciones (*Warner, 2017*). El tratamiento GA mostró menores pérdidas por descongelado en comparación con el control, posiblemente debido a los β -glucanos de la avena, que podrían estabilizar proteínas musculares durante los procesos de congelación y descongelación, un efecto que, aunque requiere mayor estudio, se alinea con la capacidad de ciertos polisacáridos para proteger la estructura muscular (*Schor et al., 2008*).

Por otra parte, el pH se mantuvo estable, sin mostrar grandes variaciones entre tratamientos y/o tiempos de maduración, reflejando un manejo pre – sacrificio adecuado, que minimizó el estrés animal y favoreció los procesos

metabólicos post – mortem. Se ha establecido que un pH estable post – mortem, típicamente entre 5,5 y 5,8 resulta de un metabolismo glucolítico controlado, esencial para evitar defecto en la calidad como carne oscura o dura. *Schor et al., 2008* añadieron que un pH estable contribuye a la ternura y jugosidad, atributos sensoriales clave. La ausencia de diferencias significativas en este indicador refleja que las dietas no alteraron el metabolismo glucolítico post - mortem, lo que es fundamental para garantizar una calidad de carne consistente.

En cuanto al color, el tiempo de maduración no afectó significativamente los parámetros de luminosidad (L^*), rojo (a^*) ni amarillo (b^*). *Mancini y Hunt (2005)* explicaron que el color en carnes rojas se estabiliza tras 24-48 horas de exposición al oxígeno (*blooming*), cuando la mioglobina se oxigena, lo que concuerda con la falta de variación por maduración. Sin embargo, el tratamiento GM mostró mayor luminosidad (L^*), probablemente por una mayor deposición de grasa intramuscular, que refleja más luz, como reporta *Pordomingo (2013)*. *Callejas (2016)* asoció la carne más clara en sistemas intensivos a una menor actividad física, que reduce la concentración de mioglobina, explicando el resultado obtenido en el tratamiento GM. El tratamiento GA presentó menores valores de color rojo (a^*), posiblemente debido a una menor concentración de mioglobina influenciada por la composición de la avena, mientras que el mayor color amarillo (b^*) en GM se atribuye a los carotenoides del maíz, que se acumulan en la grasa y el músculo (*Wood et al. 2008*).

La pérdida por goteo (%PG) disminuyó significativamente con el tiempo de maduración. *Koohmaraie (1994)* y *Onega (2003)* atribuyeron este efecto a la acción de enzimas proteolíticas como las calpaínas, que degradan las proteínas miofibrilares, aumentando la capacidad de retención de agua al liberar sitios de unión para moléculas de agua. La ausencia de diferencias entre tratamientos indica que las dietas isoprotéicas mantuvieron un balance proteico similar, sin alterar significativamente la estructura muscular, como sugieren *Calsamiglia y Ferret (2002)* en dietas balanceadas para rumiantes.

La pérdida por cocción (%PC), fue mayor en el control que en GM. *Wood et al. (2008)* explicaron que un mayor contenido de grasa intramuscular, típico de

dietas intensivas con granos como el maíz, reduce las pérdidas por cocción al mejorar la jugosidad y estabilizar las proteínas musculares durante el calentamiento. Por otra parte, las muestras maduras solo un día mostraron mayores pérdidas por cocción que las maduras durante 4, 8 y 16 días, un resultado consistente con *Koohmaraie (1994)*, quien indicó que la maduración prolongada permite una mayor degradación proteica, mejorando la retención de agua.

No se encontraron diferencias significativas en el jugo exprimible (%JE) entre tratamientos ni tiempos de maduración. *Onega (2003)* sugiere que la medición de %JE bajo presión externa homogeneiza las diferencias observadas en %PG y %PC, ya que la fuerza mecánica supera las variaciones estructurales inducidas por la dieta o la maduración. *Schor et al. (2008)* añadieron que el %JE es menos sensible a cambios en la calidad de la carne en comparación con otros parámetros de CRA, lo que explica la falta de diferencias en este estudio.

8 CONCLUSIÓN

Los resultados de este estudio demuestran que la suplementación con granos enteros (avena y maíz) en dietas para ovinos modifica significativamente parámetros productivos y de calidad de carne. La inclusión de ambos granos resultó en un mayor peso vivo final en comparación con la dieta control a base de heno de alfalfa, respaldando su uso para períodos cortos de terminación.

Por otra parte, se observaron efectos contrastantes según la variable analizada: la dieta con avena presentó menores pérdidas por descongelado, mientras que la de maíz generó una carne con mayor luminosidad y color amarillo. Estos resultados permiten aceptar parcialmente la hipótesis 1, dado que ambas dietas con inclusión de granos produjeron carnes con calidad tecnológica comparable, aunque con diferencias específicas en los parámetros vinculados a la retención de agua y el color. A su vez, se acepta la hipótesis 2, ya que las dietas con granos presentaron un comportamiento diferenciado respecto al control, lo que evidencia el efecto del mayor aporte energético sobre la calidad de la carne. En cambio, se acepta parcialmente la hipótesis 3, dado que el tiempo de maduración no modificó los parámetros de color, pero sí redujo significativamente las pérdidas por goteo y cocción, demostrando su influencia positiva sobre la capacidad de retención de agua.

En conjunto, estos resultados posicionan a la suplementación con granos como una estrategia viable para mejorar la eficiencia productiva y ciertos atributos de calidad en sistemas de engorde intensivo. Tanto el grano de avena como el grano de maíz demostraron ser alternativas igualmente válidas, sin evidenciarse una superioridad clara de uno sobre otro en las variables de calidad tecnológica y organoléptica.

9 BIBLIOGRAFÍA

- Bayer, W. y A. Petryna. 2012. Engorde de corderos a corral. Universidad Nacional de Río Cuarto. Facultad de Agronomía y Veterinaria, Departamento de Producción Animal. Córdoba Argentina.
- Callejas Cárdenas, A. R. (2016). Efecto de diversas condiciones de almacenamiento sobre la calidad de la carne de cordero (Doctoral dissertation, Universidad de León).
- Calsamiglia, S., & Ferret, A. (2002). Fisiología ruminal relacionada con la patología digestiva: acidosis y meteorismo. En *XVIII Curso de Especialización FEDNA* (pp. 97–107).
- Camps MV Darío N y González MV Guillermo O. (2001). El grano de avena en la alimentación del ganado. Área de Nutrición y Alimentación Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de Buenos Aires. Disponible en: https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion/61-el_grano_de_avena_en_la_alimentacion.pdf
- Cañeque, V., & Sañudo, C. (2000). *Metodología para el estudio de la calidad de la canal y de la carne en rumiantes* (No. 1).
- Consigli, R. (2001). ¿Qué es la calidad de la carne? En *6ª Jornada El Negocio de la Carne*. Universidad Católica de Córdoba - La Voz del Campo EEA INTA Manfredi.
- De Gea, G. S. 2007. El ganado lanar en la Argentina. Río Cuarto, Argentina: Universidad Nacional de Río Cuarto.
- Descalzo, A. M., Insani, E. M., Biolatto, A., Sancho, A. M., García, P. T., Pensel, N. A., & Josifovich, J. A. (2005). Influence of pasture or grain-based diets supplemented with vitamin E on antioxidant/oxidative balance of Argentine beef. *Meat science*, 70(1), 35-44.
- Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., Balzarini, M. G., Gonzalez, L., Tablada, M., y Robledo, C. W. 2018. INFOSTAT versión 2018. Argentina: Grupo Infostat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba.
- Dijkstra, J., Ellis, J. L., Keeab, E., Strathe, A. B., López, S., France, J., & Bannink, A. (2012). Ruminant pH regulation and nutritional consequences of low pH. *Animal Feed Science and Technology*, 172(1–2), 22–33.
- Duhart, A. P. (2007). La producción ovina en Argentina. *Motivar, Bs. As., junio/07*. Disponible en: <http://www.produccion-animal.com.ar>

- FAO. (2024). Análisis del mercado de la carne: Panorama de la evolución del mercado mundial en 2023.
- García Martínez, G., Prieto, M., & Ardenghi, P. (2012). Engorde de ovinos, una alternativa para el problema de la sequía. Oficina de Gestión Agropecuaria Tehuelches, Gobernador Costa, Chubut.
- García, P. T., Pensel, N. A., Margaría, C. A., Rosso, O., & Gómez, P. (1996). Intramuscular lipids in grass fed steers under different grain supplementation. En *Meat for the consumer: Proceedings of the 42nd. ICOMST (International Congress of Meat Science and Technology)*.
- Giraud, C. G., Villar, M. L., & Villagra, E. S. (2014). Engorde de ovinos y caprinos a corral.
- Grau, R. y Hamm, R. (1953). Un método sencillo para determinar la unión del agua en el músculo. *Naturwissenschaften* , 40 (1), 29-30.
- Hernández, R. A. (2002). *Carne argentina: Una especialidad* (Publicación Técnica N° 38). Estación Experimental Agropecuaria General Villegas, INTA.
- Honikel, KO (1998). Métodos de referencia para la evaluación de las características físicas de la carne. *Meat Science* , 49 (4), 447-457.
- Koohmaraie, M. (1994). Muscle proteinases and meat aging. *Meat Science*, 36(1–2), 93–104.
- Koohmaraie, M. (1996). Biochemical factors regulating the toughening and tenderization processes of meat. *Meat science*, 43, 193-201.
- Mancini, R. A., & Hunt, M. (2005). Current research in meat color. *Meat science*, 71(1), 100-121.
- Onega Pagador, M. E. (2003). Evaluación de la calidad de carnes frescas: aplicación de técnicas analíticas, instrumentales y sensoriales. Universidad Complutense de Madrid, Servicio de Publicaciones.
- Pordomingo, A (2013). Avances en calidad de carne de carnes de ovinos, caprinos, porcinos y aves. Avances en bienestar animal. Implicancias de la alimentación, la genética y el manejo.
- Schor, A., Cossu, M. E., Picallo, A., Ferrer, J. M., Naón, J. J. G., & Colombatto, D. (2008). Nutritional and eating quality of Argentinean beef: A review. *Meat Science*, 79(3), 408-422.
- Subsecretaría de Ganadería y Producción Animal. 2024. Estratificación ovina por provincia. Disponible en: https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/d_ovinos/estadistica/existencias/index.php

- Vásquez Rivas, J. A., & Villatoro Castillo, J. L. (2018). *Engorde de corderos en confinamiento utilizando avena forrajera (Avena sativa) y distintas proporciones de suplemento alimenticio*. Informe Técnico, Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (ICTA), Guatemala.
- Warner, R. D. 2017. The Eating Quality of Meat: IV Water Holding Capacity and Juiciness. En: Lawrie's Meat Science: Eighth Edition. Elsevier Ltd. p. 419-459
- Wood, J. D., Enser, M., Fisher, A. V., Nute, G. R., Sheard, P. R., Richardson, R. I., ... & Whittington, F. M. (2008). Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. Meat science, 78(4), 343-358.