

TRABAJO DE INTENSIFICACIÓN

Evaluación de parámetros de calidad tecnológica en carne de novillos Aberdeen Angus terminados con dietas constituida por dos fuentes diferentes de energía

Alumno: **García Torrontegui, Patxi**

Docente Tutor: **Bravo, Rodrigo**

Docentes consejeros:

Martínez, Marcela

Menghini, Mariano



Ingeniería agronómica

Departamento de Agronomía

Universidad Nacional del Sur

Febrero 2021

Índice

| | |
|---|-----------|
| Agradecimientos..... | 3 |
| Resumen..... | 4 |
| 1. Introducción..... | 6 |
| 1.1. Situación ganadera actual..... | 6 |
| 1.2. Feedlot..... | 7 |
| 1.3. Grano de avena como fuente de energía alternativa..... | 9 |
| 1.4. Calidad de carne..... | 11 |
| 2. Objetivos..... | 14 |
| 3. Materiales y métodos..... | 15 |
| 3.1. Sitio experimental..... | 15 |
| 3.2. Animales y tratamientos utilizados en el ensayo..... | 15 |
| 3.3. Manejo previo a la faena..... | 16 |
| 3.4. Parámetros evaluados en frigorífico..... | 16 |
| 3.5. Parámetros evaluados en laboratorio..... | 17 |
| 3.6. Análisis estadístico..... | 19 |
| 4. Resultados y discusión..... | 20 |
| 4.1. Valor nutritivo de los componentes de la dieta..... | 20 |
| 4.2. Peso carcasa caliente..... | 20 |
| 4.3. Peso carcasa fría..... | 21 |
| 4.4. Pérdidas por oreo en frigorífico..... | 22 |
| 4.5. pH y temperatura..... | 22 |
| 4.6. Pérdidas por goteo 24 y 48 h..... | 24 |
| 4.7. Capacidad de retención de agua..... | 24 |
| 4.8. Pérdidas por cocción..... | 25 |
| 4.9. Pérdidas por purga y descongelado..... | 26 |
| 4.10. Color..... | 27 |
| 4.11. pH final..... | 28 |
| 5. Conclusión..... | 30 |
| Bibliografía..... | 31 |

Agradecimientos

En primer lugar, quiero agradecer a mi familia y en especial a mis padres, principalmente por haberme formado como persona, por su apoyo incondicional, su confianza en mí, su sacrificio y esfuerzo, para poder darme la posibilidad de lograr todos mis objetivos.

En segundo lugar, quiero agradecer mis amigos de la universidad que hicieron más fácil y divertida la carrera. También a mis amigos de Punta que me ayudaron a ser quien soy hoy en día.

Quiero agradecer a todas las personas que trabajan en la Universidad Nacional del Sur, por la formación que me brindaron a nivel profesional y personal, y por el interés que demuestran por cada alumno.

A María Sol Villaverde que me ha ayudado muchísimo, gracias a ella pude llevar mi tesina a cabo. No quiero dejar de agradecer también Marcela Martínez, Mariano Menghini, Rodrigo Bravo por su colaboración y predisposición.

A Cesar y Florencia, mis compañeros del ensayo, como así también al personal del laboratorio de Nutrición de Rumiantes del Departamento de Agronomía.

También me gustaría agradecer a todo el INTA Bordenave por el recibimiento que tuve y la predisposición a la hora de trabajar. A Ayelén Mayo agradecerle por hacer posible este ensayo y por enseñarme durante los días en Bordenave.

Me llevo los mejores recuerdos de mi etapa como estudiante y eso fue posible gracias a todas las personas que estuvieron en el transcurso.

¡A todos muchas gracias!

Resumen

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de dos fuentes diferentes de energía, sobre parámetros de calidad tecnológica en carne de novillitos Aberdeen Angus terminados con dietas isoenergéticas e isoproteicas. El ensayo se realizó en la Estación Experimental Agropecuaria de INTA Bordenave (EEA INTA) entre diciembre de 2018 y febrero de 2019, con una duración de 61 días de terminación (14 días de acostumbramiento). Se utilizaron 16 novillitos Aberdeen Angus de $14 \pm 0,5$ meses de edad y con un peso vivo (PV) inicial de 326 ± 18 kg. Los animales fueron distribuidos aleatoriamente ($n=8$) en 2 dietas sin fibra larga (tratamientos): GA, base grano de avena (86% grano entero de avena cv Elisabet INTA + 8% pellet de girasol) y GM, base grano de maíz (67% grano de maíz entero + 23% pellet de girasol + 4% pellet de afrechillo de trigo). Ambas dietas fueron complementadas con 6% de núcleo vitamínico con monensina pelleteado y se formularon isoproteicas e isoenergéticas (14,5% PB; 2,33 Mcal EM.kg⁻¹ MS). Los animales fueron alimentados *ad libitum*, 1 vez al día (9h), en corrales individuales (30 m²) provistos de comedero, bebedero y sombra. La faena de los animales se llevó a cabo en frigorífico comercial. Se registró el pH de la carne en los siguientes horarios desde finalizada la faena: 1, 3, 5 y 24h *postmortem* con peachímetro pincha-carne Altronix en músculo *Longissimus dorsi*, sobre el espacio vertebral entre la 11° y 14° vértebras al azar. Se midió la temperatura (T) en los siguientes horarios desde finalizada la faena: 1, 3, 5 y 20h *postmortem*. Se registró el peso de las carcasas en caliente (PCC) y luego de 24h en cámara frigorífica (PCF) y se calculó el porcentaje de pérdida por oreo en frigorífico (POF). Se extrajo el 10° bife de costilla de la media res izquierda e inmediatamente se lo utilizó para realizar pruebas en laboratorio: pérdida por goteo en 24 y 48h (PG24 y PG48), capacidad de retención de agua (CRA) y pérdida por cocción (PC), perdidas por purga y descongelado (Ppurg-desc), color y pH final, siguiendo la metodología descrita por Bonato *et al.* (2011). El diseño experimental fue completamente aleatorizado, las variables **PCC, PCF, POF, pH, T, P goteo, CRA y P cocción**, fueron analizadas mediante análisis estadístico *T-student*, mientras que las

variables **P purg-desc**, **pH final** y **color**, se analizaron mediante ANOVA doble, incluyendo los efectos del tipo de grano y el tiempo de maduración. Ambos análisis se realizaron mediante el paquete estadístico INFOSTAT. Las diferencias estadísticamente significativas fueron consideradas cuando $p < 0,05$. Si bien el pH 24h resultó dentro de los valores de referencia esperados, se encuentra más próximo al de las carnes DFD. Esto podría deberse a situaciones de estrés sufridas por los animales durante el transporte y la faena. Al no hallarse evidencia estadística que difieran los tratamientos en PCC y PCF, tampoco se hallaron diferencias en POF, siendo estas de similar magnitud. Los parámetros POF, PG24, PG48 y CRA se encuentran íntimamente relacionados con el valor de pH 24h de la carne. Al no encontrarse diferencias ($p = 0,3172$) en el pH 24h, tampoco se hallaron diferencias para esos parámetros. Por el contrario, PC presentó diferencias significativas ($p < 0,05$), evidenciando una mayor liberación de fluidos en el tratamiento GM. Esto podría deberse a mayores contenidos de grasa intramuscular presente en la carne de este tratamiento, ya que las carnes con mayor contenido de grasa intramuscular retienen mayor cantidad de agua (Asslyng et al., 2003). En cuanto a los parámetros evaluados en carnes maduradas (4d y 14d), no se hallaron diferencias significativas para P purg-desc y pH final. El color, si presentó diferencias significativas entre tratamientos, la carne proveniente del tratamiento de GA tuvo mayor estabilidad del color en el proceso de maduración. Los valores de los parámetros cuantificados se encontraron dentro del rango normal establecido por la bibliografía. La carne obtenida en ambos tratamientos presento similares características de calidad tecnológica, excepto que en dieta GM la PC resulto mayor que en GA, además de presentar menor estabilidad del color.

1. Introducción

1.1. Situación ganadera actual

La producción bovina tradicionalmente en Argentina se ha realizado sobre pasturas naturales o cultivadas, de manera extensiva. Si bien el forraje fresco, representa una fuente importante de nutrientes para los rumiantes, la utilización de los mismos como único componente de la dieta presenta diversas limitaciones desde el punto de vista productivo. Por ejemplo, la variación en la producción anual de forraje, en la cual más del 50 % de la producción total de materia seca (MS) de los cultivos anuales se encuentra concentrada en el primer crecimiento otoñal. Así mismo, pueden observarse oscilaciones, en los niveles de MS durante los primeros estadios de los cultivos, que van del 5 al 30 % (Marinissen, 2007). Estas limitantes hacen que se vean restringidas las tasas de ganancia de peso diarias, obteniéndose así ganancias inferiores al óptimo productivo. Esto es un factor importante cuando se pretende engordar animales a temprana edad o bien en época de otoño e invierno, donde la calidad y productividad de las pasturas no suplen los requerimientos animales para el engorde.

En nuestro País, la mayor superficie con pasturas cultivadas dentro de la región pampeana se encuentra en la provincia de Buenos Aires. Allí se destaca la importancia de la alfalfa y la avena como especies perenne y anual, con una superficie de 70.984 y 720.651 ha, respectivamente (INDEC, 2018).

Por su parte, la expansión de la agricultura dejó como consecuencia una reducción del área destinada a la actividad ganadera (Chevallier Boutell et al., 2006). Esto sumado a las situaciones de crisis y de cambios cada vez más rápidos que atraviesa la Argentina, exigen para avanzar hacia sistemas productivos rentables, incrementar la productividad ganadera, adaptarse a nuevas demandas en cuanto a cantidad y calidad del producto, produciéndose un proceso de intensificación de la producción (Santini, 2004).

La intensificación de las empresas pecuarias permite conjuntamente aumentar la producción de carne y, abastecer al mercado con productos de calidad en momentos donde la oferta regional es baja por condiciones climáticas. A raíz de esto, las dietas en

base a granos, permiten obtener carnes con características de ternera y coloración que han ganado un lugar importante en el mercado interno y con muchas posibilidades de escalar en el mercado internacional.

1.2. Feedlot

El engorde a corral, Feedlot o confinamiento representa una de las principales formas de producción intensiva de bovinos para carne. Consiste en alimentar animales que permanecen encerrados en un área restringida y reducida (corral) por un determinado tiempo, con el objetivo de lograr la mayor producción de carne en cualquier etapa de desarrollo de los animales (recrea, engorde o terminación).

En las dos últimas décadas, el avance territorial de la frontera agrícola por la expansión de los cultivos extensivos ha llevado a que la ganadería, de menor rentabilidad relativa, haya cedido las mejores tierras, circunscribiendo su desarrollo a superficies más reducidas y en campos de menor calidad de suelos. Ello ha significado la puesta en marcha de un proceso de re localización de la ganadería en la Región Pampeana, especialmente en la etapa de recrea y terminación final (Robert et al., 2009).

No debiese verse el Feedlot como un sistema antagónico al pastoril, sino complementario del mismo y viceversa. Esta complementación será mayor o menor en función de la respuesta económica de su integración. No hay duda que las pasturas son uno de los alimentos más económicos que puedan hallarse. Sin embargo, deben ser utilizadas correctamente. Así, su complementación con el engorde a corral sería una de las vías más adecuadas, dado que potencia el sistema extensivo, a través de una mejora en la terminación y homogeneidad de la producción (Santini, 2004).

Dentro de una empresa ganadera coexisten diferentes categorías animales y se presentan múltiples situaciones productivas, las que se combinan con diversos escenarios de precios, tanto de insumos como de productos. Esa gama de condiciones productivas, sumado a la posibilidad técnica de utilizar diferentes dietas en situaciones de encierro, abre una interesante área de discusión en relación a cómo y cuándo integrar el engorde a corral en un sistema de producción ganadero (Simeone, 2005).

La composición del alimento a utilizar es el componente central de la definición del costo. Las dietas pueden variar en su grado de complejidad desde las más simples que sólo son ingredientes utilizados como ingresan al campo y solamente mezclados con un mixer, hasta aquellas en las que el productor procesa los ingredientes (comúnmente los granos) y compone su propio núcleo vitamínico y mineral. La mayoría de los planteos actuales en la región prefieren las mezclas simples donde en el campo se mezcla el grano (molido, aplastado o entero) con un concentrado proteico proveniente de concentrados comerciales, o subproductos de la industria aceitera como la harina de girasol, de soja o de semilla de algodón (que a su vez aportan fibra), con un núcleo vitamínico y mineral que provee los macro y micro minerales, a los que se les suma una fuente de fibra larga en forma de heno (ofrecido entero, desmenuzado o molido) o en forma de ensilajes. Frecuentemente se agrega urea para aportar nitrógeno, promover la producción de proteína ruminal de menor costo, reduciendo la necesidad de harinas proteicas (Pordomingo, 2013).

El tipo de dieta constituye uno de los factores más importante a la hora de decidir realizar un confinamiento. Las consideraciones en relación al tipo de dieta podrían tener dos enfoques: a) un enfoque estrictamente nutricional analizando el efecto de cada dieta sobre la performance animal y la eficiencia de conversión del alimento, y b) otro enfoque, más asociado a las ventajas de cada tipo de dieta con relación a los aspectos operativos y logística de gerenciamiento empresarial (Simeone, 2005).

Desde una óptica estrictamente nutricional, en un planteo de engorde a corral, entre los factores del alimento que afectan a la eficiencia de conversión, el más importante es la concentración energética de la dieta. Cuando ésta es baja, un aumento de la misma, incrementa el consumo de materia seca y por lo tanto de nutrientes digestibles totales, conduciendo a una mejora en la ganancia de peso y en la eficiencia de conversión medida como la relación alimento consumido/ producto generado.

Básicamente, una mayor densidad energética de la dieta se consigue a través del aumento en el peso relativo de los alimentos concentrados (fundamentalmente granos), dentro de la dieta total. Por otro lado, un alto contenido de almidón en las mismas, genera un incremento en la tasa de fermentación a nivel ruminal, disminuyendo sensiblemente el pH del rumen. Esta situación conlleva al desarrollo de un trastorno

metabólico, conocido como “acidosis”. La magnitud de la afección estará en función de la concentración energética de la ración. Cabe destacar, que cualquier alteración higiénico – sanitaria en los animales, atenta contra el resultado productivo final. En los últimos años se han desarrollado, a nivel regional diferentes alternativas dietéticas para animales en condiciones de engorde a corral, que minimizan la utilización de alimentos voluminosos sin perturbar el proceso digestivo (Elizalde, 2000).

La necesidad de fibra en dietas de Feedlot con alto contenido de almidón es baja, ya que en ellas ejerce un efecto físico o mecánico más que nutritivo. El valor alimenticio de este recurso en esas dietas es muy bajo, principalmente por la baja degradación ruminal que ocurre con esa fracción en dietas de alta proporción de concentrado energético (Swingle, 1995). El ambiente ruminal con alta carga de almidón es demasiado ácido (pH = 5,0 a 5,5) para el desarrollo de bacterias celulolíticas en cantidad suficiente para digerir eficientemente la fibra. El principal objeto de la fibra en estos casos es el de reducir la tasa de consumo y promover la rumia, la salivación y la consecuente producción de buffer ruminal para disminuir el riesgo de acidosis (Pordomingo, 2006).

1.3. Grano de avena como fuente de energía alternativa

La avena (*Avena sativa*) es un cultivo con alta plasticidad, ya que admite el pastoreo directo durante todos sus estados, henificación y cosecha de grano para su utilización como semilla, concentrado energético o en la industria alimenticia humana (Marinissen, 2007). Es la especie de mayor difusión en la región pampeana, ocupando una superficie de 1.222.051 ha (INDEC, 2018), de las cuales 720.651 ha se encuentran en la provincia de Buenos Aires. Asimismo, es la especie de mayor renovación varietal (Kloster et al., 2004).

Desde el punto de vista del contenido de carbohidratos no estructurales solubles (CNES), el grano de avena (GA) es el de menor valor energético 15-30 % inferior a otros granos forrajeros (NRC, 2016). Esto es atribuible al alto contenido de fibra, 25-35 % aproximadamente (NRC, 2016), valor que oscila dependiendo de la variedad y el ambiente en que se desarrolló el cultivo (Martínez et al., 2010). La presencia de las glumas que recubren la semilla es responsable del alto contenido de fibra en el grano,

“diluyendo” el valor energético del mismo. Marinissen (2007), menciona un contenido de almidón de 400 g/ kg de MS, en el grano de avena, sensiblemente menor al de los granos desnudos con 740 g de almidón total/ kg de MS, en el caso del maíz. Sin embargo, existen ciertos GA descubiertos que pueden alcanzar mayores contenidos energéticos que el maíz (Kellemes y Church, 1998). Un punto importante a considerar es que el grano de avena puede suministrarse sin procesamiento previo (entero) ya que los animales logran una masticación y rumia adecuada (Gallardo, 2007). Además, posee una elevada eficiencia de utilización del almidón por acción de los microorganismos ruminales, siendo por esto de alto interés como concentrado energético en dietas de bovinos a corral (Marinissen, 2007). El alto contenido de fibra, a pesar de disminuir el contenido energético del grano, favorece desde el punto de vista sanitario, disminuyendo el riesgo de acidosis en los animales. Del mismo modo prolonga el tiempo de permanencia del grano en el rumen, mejorando su digestibilidad (Marinissen, 2007).

El maíz es el grano elegido para la producción intensiva de carne en la Argentina. Sin embargo, las condiciones edafoclimáticas del sudoeste bonaerense argentino son de características semiáridas. Si bien las precipitaciones anuales rondan los 600 mm, en la época estival se producen altas temperaturas y fuertes vientos, generando déficits hídricos moderados a altos. Bajo estas condiciones ambientales resulta dificultosa la producción de recursos forrajeros tales como maíz en condiciones de secano y, sumado a ello, los costos de transporte del grano desde otras zonas productoras son elevados. Dentro de este contexto, la avena se ha convertido en un recurso ampliamente utilizado por los productores agropecuarios de la región, siendo un cultivo de invierno de fácil producción y ampliamente adaptado a las condiciones de la zona. Todas las características expuestas anteriormente justifican la revalorización del grano de avena como concentrado energético en la región pampeana.

Gracias al programa de mejoramiento vegetal llevado adelante por el INTA Bordenave, el desarrollo de un nuevo cultivar de avena con alto contenido energético (cv. Elisabet) podría constituir una alternativa diferente al uso de grano de maíz en estas regiones. Además, el grano de avena presenta características diferenciales (mayor concentración de ácido linoleico y lignanos, mejor perfil de ácidos grasos) respecto de

otros granos que podrían aportar características especiales a la carne de los animales alimentados con él.

1.4. Calidad de carne

Argentina ha producido tradicionalmente carne vacuna, exhibiendo uno de los mayores niveles de consumo de carne vacuna en el mundo (51,1 kg/habitante). La misma está arraigada en la cultura popular hasta tal punto que cada individuo mencionaría con orgullo "nuestra carne Argentina" con un sentido de propiedad. También se cree que la carne argentina es de calidad superior, y esta creencia se extiende más allá de Argentina. Sin embargo, las mediciones científicas de la calidad, con estándares objetivos que se han comenzado a investigar en los últimos 15 años, no han llegado al consumidor y no están influyendo ni en los sistemas de producción ni en el comercio de ganado (Arelovich et al., 2011; IPCVA, 2020).

La calidad es un conjunto de características y propiedades de un producto o servicio que le confieren la capacidad de satisfacer exigencias expresas o implícitas (Hernández, 2002). Calidad, es un término subjetivo al variar con los individuos que la juzgan, relativo porque depende de la situación de la persona al momento del juicio y dinámico porque varía en el espacio y en el tiempo en función de lo que le agrada al consumidor (Naumann, 1965).

La calidad de la carne está particularmente determinada por su composición química y por sus características organolépticas o sensoriales, es decir, todas aquellas que se perciben por los sentidos, tales como el color, el sabor, la terneza, la jugosidad y el aroma (Hernández, 2002).

Por su parte, se define como "carne" a todo componente o derivado animal, fresco o transformado, que por su valor nutritivo y comestible es utilizado por el hombre para alimentarse o satisfacer su gusto. Específicamente se llama carne al producto resultante de las transformaciones sufridas por el músculo después del sacrificio del animal (Hernández, 2002).

Finalmente, luego de haber precisado los puntos anteriores, puede definirse como carne de excelente calidad a aquella que se caracteriza por poseer un color rojo claro y brillante, un alto grado de ternera y jugosidad, atractivo sabor y aroma así como una buena consistencia y textura fina. Además, debe estar presente un mínimo de tejido conjuntivo y veteado graso, que implica algo de grasa de color blanco nacarado o blanco cremoso, ubicada entre las fibras musculares (Hernández, 2002).

Todas las características organolépticas mencionadas anteriormente influyen en la decisión del consumidor sobre la compra de carne. Sin embargo, solo el color puede apreciarse a simple vista. De modo que, el mismo se utiliza para establecer la aceptabilidad de la carne y los productos cárnicos. Otra característica que tienen en cuenta los consumidores es la ternera de la carne, claramente es un rasgo que no se puede detectar en el momento de la compra, por lo tanto es necesario certificarlo para asegurar a los clientes lo que están comprando (Schor et al., 2009).

Además en nuestro país, los factores asociados con la ternera son de suma importancia, ya que la mayor parte de la carne de res se consume fresca (es decir, sin maduración) y tradicionalmente proviene de novillos de dos años de raza británica (pura y cruzada). Se entiende por maduración al proceso natural de ablandamiento de la carne cuando se almacena post-rigor por encima de su punto de congelamiento, aumentando sus cualidades organolépticas que influyen en la ternera y el sabor. Los periodos de maduración pueden variar entre 2 a 4 semanas (Schor et al., 2009).

Las variaciones en los distintos parámetros que definen la calidad de la carne están determinadas por el sistema de producción (raza, sexo, edad, peso de faena, además del tipo de alimentación recibida), como así también el manejo del animal previo y durante la faena, además del manejo y conservación de las reses posterior a la misma y también durante el proceso de cocción (Rosso y García, 1998; Hernández, 2002).

El valor nutritivo de la carne es ampliamente conocido por su aporte de proteínas de alta digestibilidad y elevado valor biológico, esencial en todas las etapas de la vida, pero especialmente en la materno - infantil y juvenil, por su contribución al desarrollo físico y mental (Bavera, 2000). Aporta también vitaminas como las del complejo B y

pequeñas cantidades de A y minerales como hierro, potasio, magnesio, fósforo, sodio, zinc y cobre (De León, 2001; Hernández, 2002). Muchos de estos componentes son esenciales en la dieta humana debido a que el organismo no los produce y es necesario que sean incorporados a través de la alimentación. Entre ellos se pueden citar dos micronutrientes esenciales tales como el hierro y zinc, que presentan una alta biodisponibilidad la cual no puede ser alcanzada por otra fuente alimenticia (De León, 2001).

Debido a las exigencias actuales de los consumidores respecto a la calidad de los alimentos que consumen y a la importancia que tiene la carne en la alimentación, es que hoy, en el mercado de carnes, los “commodities” están perdiendo protagonismo y cada vez más la demanda tiende hacia productos con valor agregado. Esto plantea a la industria cárnica el desafío de ofrecer “productos diferenciados por su calidad” a través de su caracterización y/o elaboración. Por esta razón, es necesario actualizar y orientar el enfoque de la producción de carne bovina para atender a esa nueva demanda de “producto diferenciado” (Hernández, 2002).

2. Objetivos

- Evaluar el grano entero de avena como sustituto del grano de maíz en dietas de bovinos en terminación.
- Estudiar el impacto de dietas isoenergéticas e isoproteicas con diferentes fuentes de energía sobre parámetros tecnológicos de calidad de carne (peso carcasa caliente, peso carcasa fría, pérdidas por oreo en frigorífico, curva de descenso de pH y T, pérdidas por goteo, capacidad de retención de agua, perdidas por cocción, perdidas por purga y descongelado, pH final y color).

3. Materiales y métodos

Todos los procedimientos de este estudio fueron aprobados por el Comité Institucional de Cuidados y Uso de Animales del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (CICUAE INTA – CERBAS; aprobación No. 165) y se encuentran enmarcados dentro de las recomendaciones argentinas para el manejo de animales (SENASA, 2015).

3.1. Sitio experimental

El presente ensayo se llevó a cabo durante los meses de diciembre de 2018 a febrero de 2019, en la Estación Experimental Agropecuaria (EEA) INTA Bordenave (Latitud 37° 50' Sur, Longitud 63° 10' Oeste; 212m s.n.m.) partido de Puan, provincia de Buenos Aires. El mismo está ubicado en la ruta Provincial 76, km 36,5. La precipitación media anual (1961-2018) es de 676 mm y la temperatura media anual es de 14,9 ° C (estación meteorológica INTA).

Los animales fueron faenados en frigorífico comercial y el procesamiento de las muestras se desarrolló en el Laboratorio de Nutrición Animal del Departamento de Agronomía de la Universidad Nacional del Sur, ubicado en la ciudad de Bahía Blanca (38° 44' Latitud Sur; 62° 10' Longitud Oeste; 83 m s.n.m.), al sur de la provincia de Buenos Aires, Argentina.

3.2. Animales y tratamientos utilizados en el ensayo

Se utilizaron 16 novillitos Aberdeen Angus de 14 ± 0,5 meses de edad y con un peso vivo (PV) inicial de 326 ± 18 kg, provenientes de la EEA INTA Bordenave. Los mismos estaban identificados con caravana y fueron distribuidos aleatoriamente (n=8) en dos tratamientos (dietas):

- **GA**, base grano avena: 86% grano avena Elisabet INTA + 8% pellet de girasol + 6% núcleo vitamínico mineral + monensina.
- **GM**, base grano maíz: 67% grano de maíz + 23% pellet de girasol + 4% pellet de afrechillo de trigo + 6% núcleo vitamínico mineral + monensina.

Ambas dietas se formularon isoproteicas (14,5 % PB) e isoenergéticas (2,33 Mcal EM.kg⁻¹MS). Los animales fueron alimentados *ad libitum*, una vez al día (9 h), en corrales individuales provistos de comederos, bebederos y sombra. Por razones no asociadas con este estudio, un novillo asignado al tratamiento GA fue removido del experimento.

3.3. Manejo previo a la faena

La finalización del ensayo y posterior faena se definió en base al grado de terminación de los animales, determinado por ecografía sobre la 12 y 13 costilla, midiendo el espesor de grasa dorsal (EGD promedio > a 7 mm). El día 30 de enero se realizó la última pesada de los animales con el objeto de determinar el peso final. El día 4 de febrero los quince novillitos se trasladaron a frigorífico comercial ubicado a 195 km de la EEA del INTA Bordenave, para ser faenados con un tiempo de desbaste de aproximadamente 24h. El traslado y la faena de los animales al frigorífico se realizaron tratando de minimizar las situaciones de estrés.

3.4. Parámetros evaluados en frigorífico

Luego de finalizada la faena, y una vez que las medias reses estuvieron limpias y acondicionadas se determinaron los siguientes parámetros:

- pH sobre el musculo *Longissimus dorsi* sobre el espacio vertebral entre la 11° y 14° vértebras al azar con pHmetro Altronix. Se realizaron cuatro mediciones: 1, 3, 5 y 24 h *postmortem*.
- Temperatura (T) evaluada al azar sobre cada media res. Se realizaron cuatro mediciones: 1, 3, 5 y 20h *postmortem*.
- Peso de carcasa caliente (PCC) se registró el peso inmediatamente después de la faena.
- Peso de carcasa fría (PCF) se registró el peso luego de permanecer las carcasas 24 h en cámara frigorífica a 5°C.
- Perdidas por oreo en frigorífico (POF) se calculó el % a partir de la relación entre PCC y PCF.

3.5. Parámetros evaluados en laboratorio:

Se extrajo el 10° bife de costilla de la media res izquierda luego de 24 h *post-mortem* y se determinó:

- Pérdida por goteo 24 y 48 h sobre muestras frescas de carne de peso conocido, identificadas por corral y tratamiento. Cada muestra se colocó en una bolsa tipo Ziploc sostenida por un gancho metálico, de manera que la muestra quedara suspendida dentro de la misma y sin tocar el fondo. Las bolsas fueron colgadas dentro de un refrigerador durante 24 o 48 h a una temperatura de 5°C, luego fueron retiradas y se volvió a registrar el peso de cada muestra. La pérdida por goteo se obtuvo a partir de la diferencia entre el peso inicial y el peso final en relación al peso inicial de la muestra, expresado como porcentaje.

$$PG = (P \text{ inicial} - P \text{ final}) / P \text{ inicial} \times 100$$

- Capacidad de retención de agua (CRA) por el método de compresión entre dos placas de vidrio. Se pesaron muestras de 0,5 ±0,05 g de carne previamente identificadas por corral y tratamiento, se colocaron sobre un papel de filtro circular doblado a la mitad de peso conocido. El papel de filtro se colocó entre dos placas de vidrio y fue sometido a compresión con un peso de 2,25 kg durante 5 minutos. Transcurrido el tiempo se retiró la muestra y se pesó solo el papel de filtro. El resultado se determinó entre la diferencia del peso final y el peso inicial del papel filtro, en relación al peso de la muestra de carne, expresado como porcentaje.

$$CRA = (P \text{ final del papel} - P \text{ inicial del papel}) / \text{Peso de la muestra} \times 100$$

- Pérdida por cocción (PC) por el método de cocción en húmedo. Las muestras de carne previamente pesadas e identificadas por corral y tratamiento fueron colocadas en bolsas tipo Ziploc en un baño de agua a 75°C durante una hora.

Luego se pesaron las muestras cocidas. El resultado se obtuvo de la diferencia entre el peso crudo y el peso cocido (en caliente) en relación al peso crudo y se expresó en porcentaje.

$$PC = (\text{Peso crudo} - \text{Peso cocido}) / \text{Peso crudo} \times 100$$

Se extrajeron los bifes de costilla 11° y 12° de la media res izquierda, los cuales fueron pesados y posteriormente envasados al vacío cumpliendo un período de 4 o 14 días de maduración húmeda en heladera a 5°C, respectivamente. Finalizado el período asignado, los bifes fueron congelados para realizar posteriores análisis. El descongelado se realizó en heladera a 5°C por 24 h. Las determinaciones fueron:

- Pedidas por purga y descongelado (Ppurga-descong) a partir del peso inicial de los bifes antes de envasarlos al vacío, respecto del peso final luego del período de maduración y posterior congelado y descongelado. Los bifes descongelados fueron secados previamente con una toalla de papel y pesados nuevamente. Se obtuvo la diferencia entre el peso inicial y el peso final, expresada en porcentaje en relación al peso inicial.

$$P \text{ purga-desc} = (P \text{ inicial} - P \text{ final}) / P \text{ inicial} \times 100$$

- Color y pH de la carne luego de un período de *blooming* en heladera durante 1 h a 5°C (se deja la carne descubierta para que se oxigene y vuelva a tomar el color rojo característico). Se utilizó un colorímetro Minolta CR-400 (Konica Minolta Sensing Americas Inc., Ramsey, NJ, USA), con iluminante D65 para determinar los colores CIE: luminosidad (L*), rojo (a*) y amarillo (b*), calibrado con una placa blanca. El color se evaluó al azar en 5 puntos de la superficie del bife (Wu et al., 2015) y el pH se evaluó en 3 puntos al azar sobre la superficie.

3.6. Análisis estadístico

El diseño experimental fue completamente aleatorizado, siendo la unidad experimental el animal.

Las variables **PCC**, **PCF**, **PO frigorífico**, **pH**, **T**, **P goteo**, **CRA** y **P cocción**, fueron analizadas mediante análisis estadístico *T-student*, mientras que las variables **P purg-desc**, **pH final** y **color**, se analizaron mediante ANOVA doble, incluyendo los efectos del tipo de grano y el tiempo de maduración. Ambos análisis se realizaron mediante el paquete estadístico INFOSTAT.

4. Resultados y discusión

4.1. Valor nutritivo de los componentes de las dietas

En la Tabla 1 se observa la composición química de los elementos constituyentes de la ración y de ambos tratamientos. La composición química de las dietas se estableció utilizando la composición química y las proporciones de sus respectivos ingredientes.

Los análisis de los alimentos fueron realizados por el Laboratorio de Evaluación de calidad de alimentos de EEA-INTA Bordenave.

Tabla 1. Composición química (%) de los principales componentes y de las dietas.

| | % MS | % DIVMS | % PB | % FDN | % FDA | Energía Mcal/ kg MS (EM) |
|------------------------------|------|---------|------|-------|-------|--------------------------|
| Grano de avena | | | | | | |
| Elisabet | 90,8 | 69,3 | 13 | 30,7 | 13,9 | 2,5 |
| Grano de maíz | 88,1 | 75,1 | 8,6 | 26,4 | 3,4 | 2,7 |
| Pellet de girasol | 91,5 | 63,9 | 33,0 | 47,0 | 26,9 | 2,3 |
| Afrechillo pelleteado | 90,1 | | 14,0 | 40,1 | 11,0 | 2,6 |
| Vit - minerales | - | - | - | - | - | - |
| TRATAMIENTOS | | | | | | |
| Grano de avena GA | | | 14,5 | | | 2,3 |
| Grano de maíz GM | | | 14,5 | | | 2,3 |

4.2. Peso carcasa caliente (PCC)

El peso de carcasa caliente para ambos tratamientos no presentó diferencias estadísticas significativas ($p=0,0978$). En el tratamiento GA el valor medio fue de $209,3 \pm 5,2$ kg, mientras que para el tratamiento GM el valor medio fue de $223,3 \pm 5,7$ kg. A pesar de no existir diferencias significativas, el PCC para el tratamiento GM fue superior en 14 kg al tratamiento GA (Figura 1).

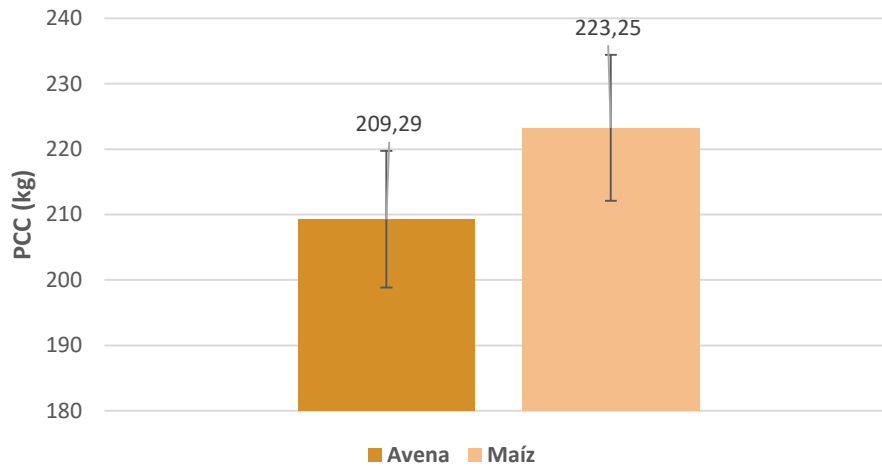


Figura 1. Peso carcasa caliente expresado en kg.

4.3. Peso carcasa fría (PCF)

En cuanto al peso de carcasa fría no se halló significancia estadística ($p=0,1157$). En el tratamiento GA el valor medio fue de $202,8 \pm 5,0$ kg, mientras que para el tratamiento GM el valor medio fue de $215,8 \pm 5,7$ kg. A pesar de no encontrar diferencias significativas, en la Figura 2 se puede observar que el peso de PCF fue superior para las carcasas provenientes del tratamiento de GM.

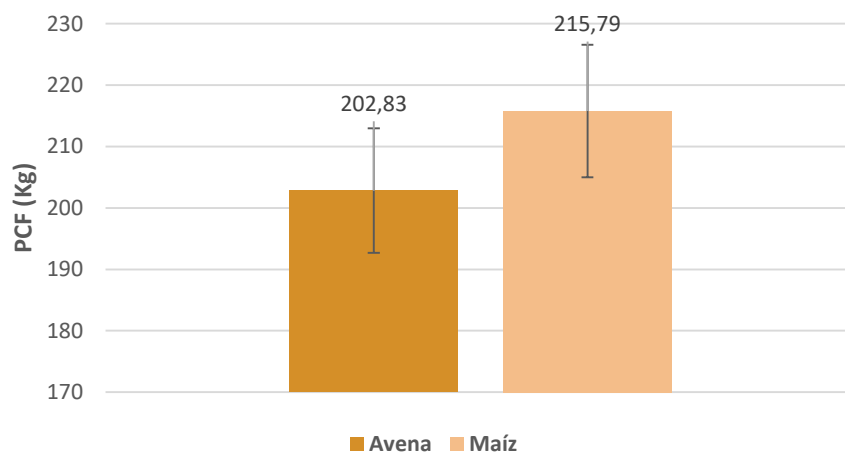


Figura 2. Peso carcasa fría expresado en kg.

4.4. Pérdidas por oreo en frigorífico (POF)

Las pérdidas por oreo en frigorífico fueron similares entre tratamientos ($p=0,3167$). En el tratamiento GA el valor medio fue de $3,08\% \pm 0,17$, mientras que para el tratamiento GM el valor medio fue de $3,36\% \pm 0,19$. Estos valores estuvieron dentro del rango normal establecido por la bibliografía.

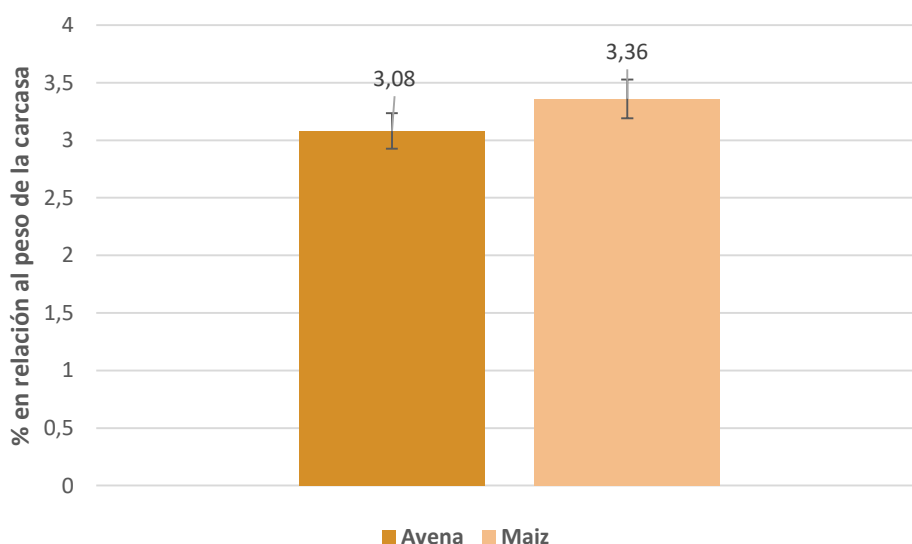


Figura 3. Pérdidas por oreo en frigorífico expresado como % en relación al peso de carcasa.

4.5. pH y Temperatura

Para el descenso de pH no se encontró una diferencia estadística significativa entre tratamientos dado que los valores de p fueron 0,5088, 0,7746, 0,2234 y 0,3172, para las mediciones realizadas 1, 3, 5 y 24h respectivamente. Si bien el pH 24 h está dentro de los valores normales esperados, se encuentra más próximo al de las carnes DFD (Dark, firm & dry).

Este tipo de carnes son oscuras, firmes y secas, proviniendo de animales que poseen escasas reservas de glucógeno muscular en el momento de sacrificio y se caracterizan por una glucólisis *postmortem* poco intensa, menor contenido de ácido láctico y pH final elevado. Esto podría deberse a situaciones de estrés sufridas por los animales durante el transporte y la faena (BONATO et al., 2011).

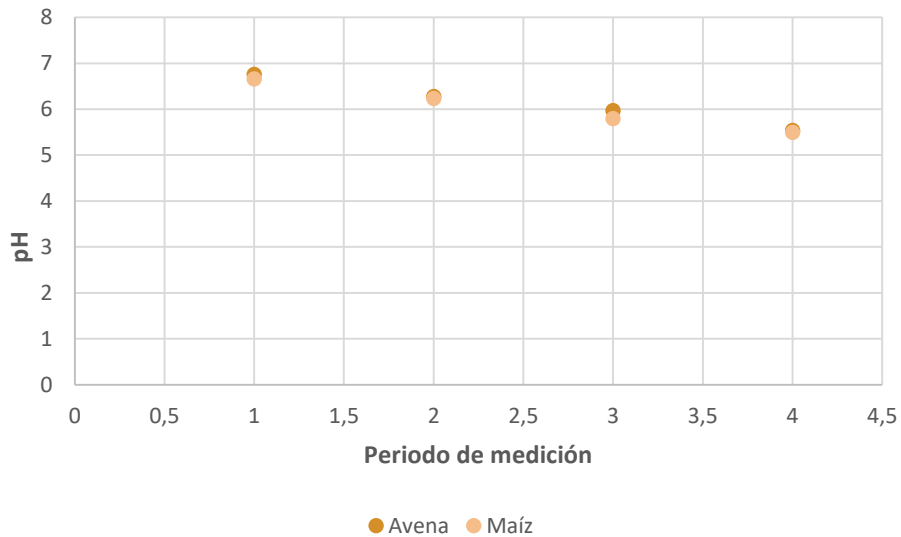


Figura 4. Dispersión de las mediciones de pH.

En cuanto a la temperatura no se encontraron diferencias estadísticas significativas ya que el valor de p fue mayor a 0,05 para las mediciones realizadas a 1, 3, 5 y 20 h *postmortem*. En la figura 5 se pueden observar los valores obtenidos, los cuales se encuentran dentro del rango normal esperado.

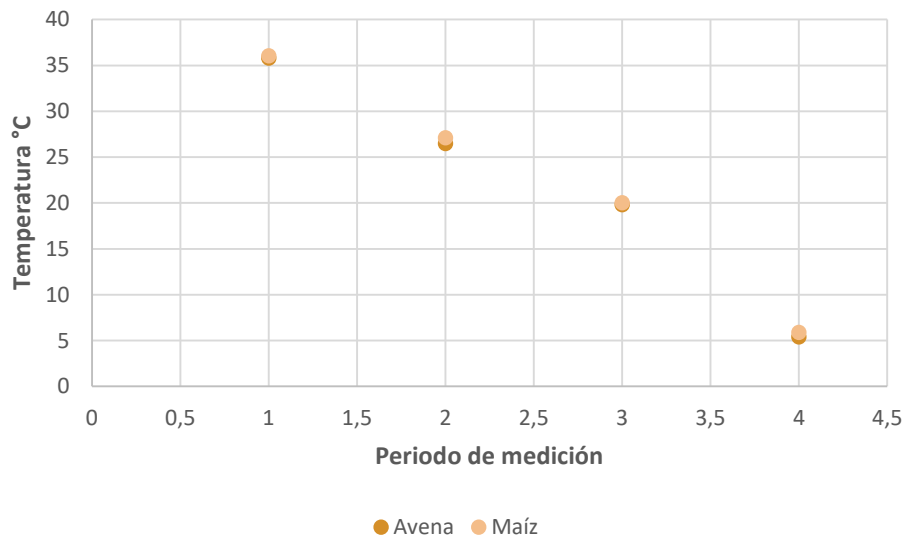


Figura 5. Dispersión de las mediciones de temperatura.

4.6. Pérdidas por goteo 24 y 48 h (Pgot 24 y 48 h)

No se encontraron diferencias estadísticas significativas para las pérdidas por goteo, ($p= 0,9818$) a las 24 h y ($p= 0,7369$) a las 48 h. En el tratamiento de GA el valor medio fue de $0,81\% \pm 0,11$ a las 24 h y $1,5\% \pm 0,22$ a las 48 h; en cuanto al tratamiento de GM el valor medio fue de $0,81\% \pm 0,15$ a las 24 h y $1,4\% \pm 0,23$ a las 48 h. Los valores obtenidos se encontraron dentro del rango normal esperado. En la Figura 6 se puede observar que las pérdidas por goteo incrementan al aumentar el tiempo, pero de manera no lineal.

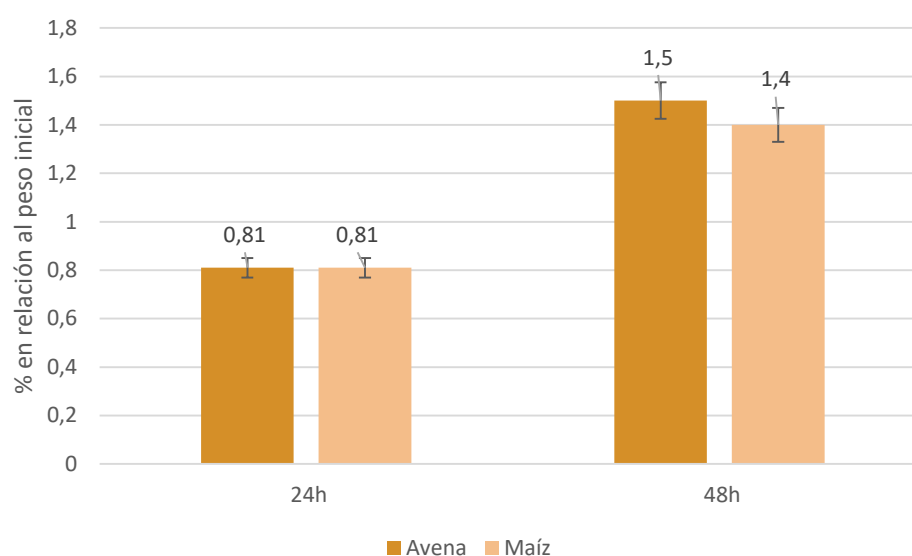


Figura 6. Pérdidas por goteo 24 y 48h, expresado como % en relación al peso inicial de la muestra.

4.7. Capacidad de retención de agua (CRA)

En cuanto a la capacidad de retención de agua no se encontraron diferencias estadísticas significativas ya que el valor de p fue 0,5281. Para el tratamiento de GA el valor medio fue de $23,39\% \pm 0,67$, mientras que para el tratamiento de GM el valor medio fue de $24,06\% \pm 0,76$. La capacidad de retención de agua se encuentra íntimamente relacionada con el valor de pH 24 h de la carne. Al no encontrarse diferencias significativas entre tratamientos para dicho parámetro, tampoco se encontraron diferencias en la CRA.

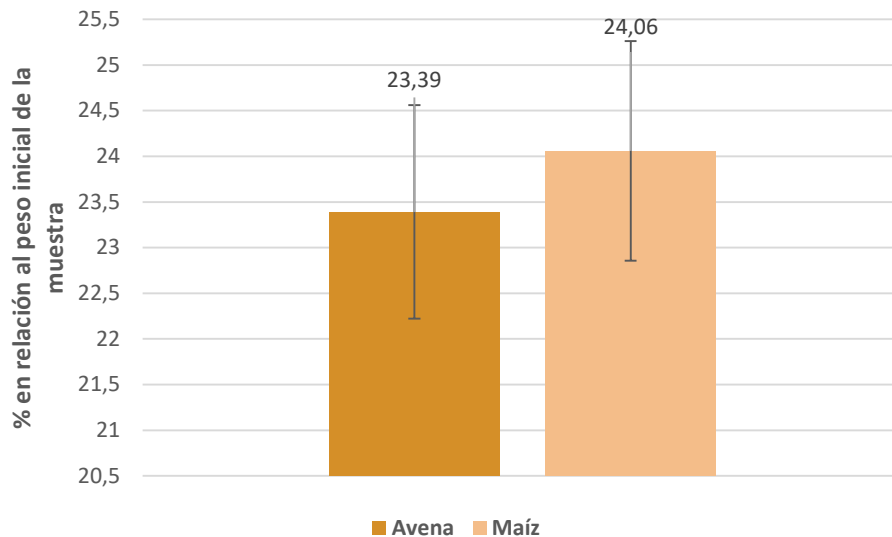


Figura 7. Capacidad de retención de agua expresado como % en relación al peso inicial de la muestra.

4.8. Pérdidas por cocción (Pcoc)

Se encontraron diferencias estadísticas significativas para perdidas por cocción entre tratamientos, el valor de $p = 0,0189$. En el tratamiento de GA el valor medio fue de $28,98 \% \pm 1,57$, en cuanto al tratamiento de GM el valor medio fue de $33,36 \% \pm 0,69$. La carne proveniente de animales alimentados con GM evidenció una mayor liberación de fluidos. Esto podría deberse a un mayor contenido de grasa intramuscular presente en la carne, ya que las carnes con mayor contenido de grasa intramuscular retienen mayor cantidad de agua (Asslyng et al., 2003).

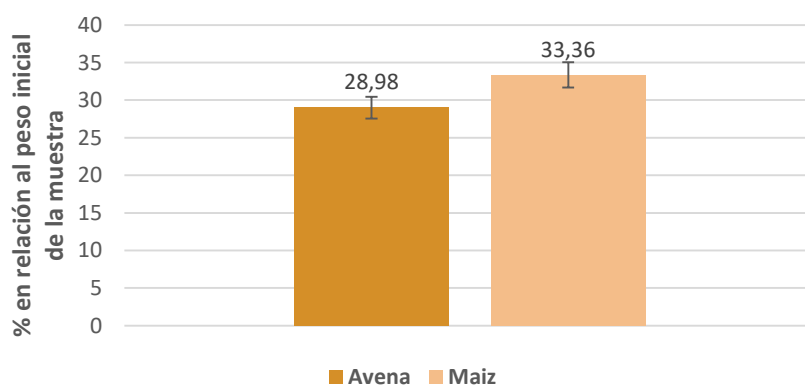


Figura 8. Pérdidas por cocción expresado como % en relación al peso inicial de la muestra.

4.9. Pérdidas por purga y descongelado (Ppurg-desc)

No se encontraron diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$) entre 4 y 14 d de maduración. En el tratamiento de GA el valor medio fue de $2,9\% \pm 0,28$ a los 4 d y $3,61\% \pm 0,21$ a los 14 d de maduración; en cuanto al tratamiento de GM el valor medio fue de $2,5\% \pm 0,31$ a los 4 d y $4,39\% \pm 0,36$ a los 14 d de maduración. En la Figura 9 se observa que para ambos tratamientos las pérdidas por purga y descongelado se incrementan a medida que aumenta el tiempo de maduración de forma no lineal, sin embargo entre dichos tratamientos no se hallaron diferencias.

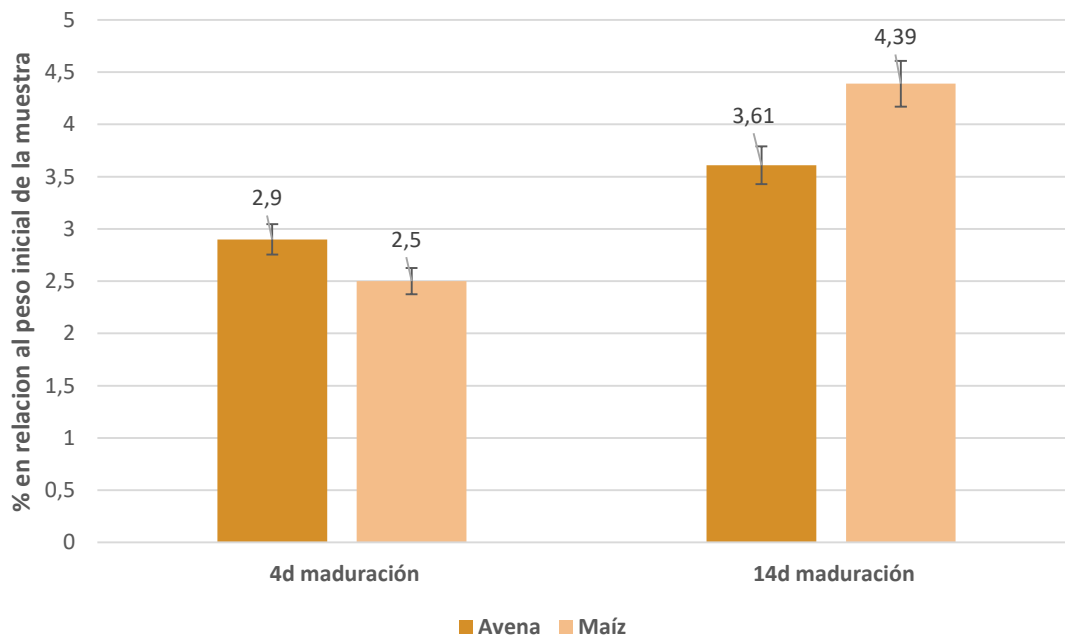


Figura 9. Pérdidas por purga y descongelado expresado como % en relación al peso inicial de la muestra.

4.10. Color

En cuanto al color de carne proveniente de cada tratamiento el mismo fue evaluado a través del sistema CIE-lab, analizando sus tres coordenadas: Luminosidad (**L**), rojo (**a**) y amarillo (**b**).

Para la luminosidad **L** no se encontraron diferencias estadísticas significativas ($p > 0,05$) para carnes con 4d de maduración. Sin embargo si se encontraron diferencias significativas ($p < 0,05$) para carnes con 14 d de maduración, registrándose mayores valores en carnes provenientes de animales alimentados con GM como se plantea en la Tabla 2. Dicha coordenada presenta una correlación con la percepción visual.

Tabla 2. Coordenada L, medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

| Grano | Días de maduración | Medias | n | E.E. | |
|-------|--------------------|--------|---|------|---|
| Avena | 4 | 36,29 | 7 | 0,78 | A |
| Maíz | 4 | 37,62 | 8 | 0,73 | A |
| Avena | 14 | 38,37 | 7 | 0,78 | A |
| Maíz | 14 | 40,94 | 8 | 0,73 | B |

En cuanto a las coordenadas **a** y **b** no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos para el tiempo de maduración (4 d y 14 d). Ambas coordenadas no poseen una correlación con la percepción visual.

Tabla 3. Coordenada **a**, medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

| Grano | Días de maduración | Medias | n | E.E. | | |
|-------|--------------------|--------|---|------|---|---|
| Maíz | 4 | 22,88 | 8 | 0,71 | A | |
| Avena | 4 | 23,42 | 7 | 0,76 | A | |
| Avena | 14 | 24,77 | 7 | 0,76 | A | B |
| Maíz | 14 | 25,75 | 8 | 0,71 | B | |

Tabla 4. Coordenada **b**, medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

| Grano | Días de maduración | Medias | n | E.E. | | |
|-------|--------------------|--------|---|------|---|---|
| Maíz | 4 | 13,11 | 8 | 0,45 | A | |
| Avena | 4 | 13,33 | 7 | 0,48 | A | |
| Avena | 14 | 13,48 | 7 | 0,48 | A | B |
| Maíz | 14 | 14,75 | 8 | 0,45 | | B |

La carne proveniente de animales alimentados a GM presento menor estabilidad del color ya que la misma se vio afectada por el proceso de maduración. Esto podría deberse a que la carne proveniente de dicho tratamiento evidenció 1,2 % más de pérdidas por purga y descongelado (14 d) a pesar de no encontrar diferencias significativas, obteniéndose carnes con más brillo o con mayor luminosidad.

4.11. pH final

En cuanto al pH final no se encontraron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre tratamientos para carnes con 4 y 14 d de maduración. A partir de los resultados obtenidos se concluye que, el tipo de alimentación de los animales y el tiempo de maduración de la carne no influyen en el pH final de la misma, ya que no se encontraron diferencias entre tratamientos y el pH 24 h *postmortem* fue similar al registrado en carnes con 4 y 14 d de maduración.

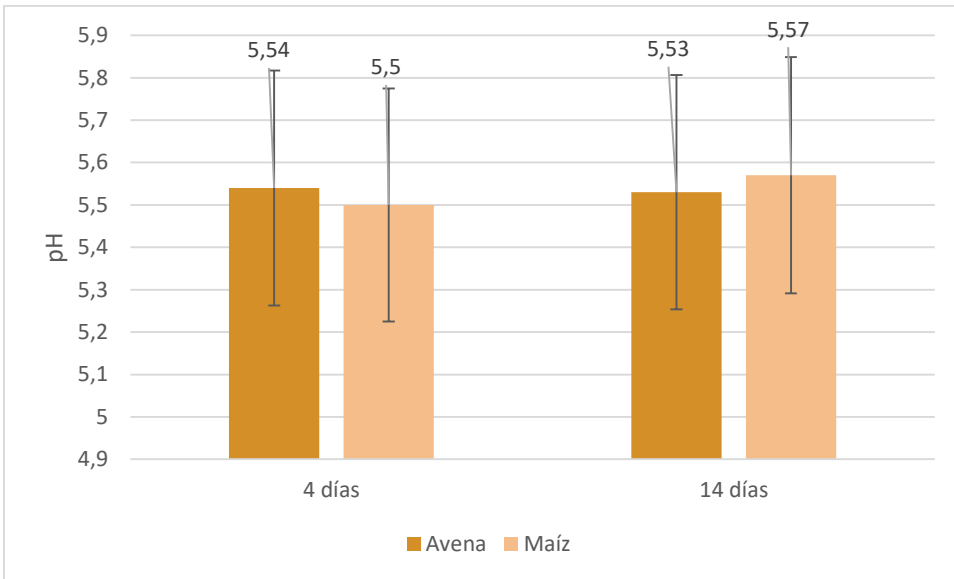


Figura 11. pH final

5. Conclusión

Los resultados obtenidos en esta experiencia afirman que la terminación de bovinos con grano entero de avena como sustituto del grano de maíz es posible, ya que se obtuvieron resultados similares en cuanto a los parámetros de calidad tecnológica en carne evaluados. Estas condiciones hacen que el grano de avena sea una gran alternativa para la alimentación de ganado bovino en planteos intensivos.

Bibliografía

- AASLYNG, M., BEJERHOLM, C., ERTBJERG, P., BERTRAM, H., y ANDERSEN, H. (2003). Food quality and preference, 14(4), 277-288.
- ARELOVICH Hugo M., BRAVO Rodrigo D., MARTÍNEZ Marcela F. (2011). Development, characteristics, and trends for beef cattle production in Argentina. *Animal Frontiers*, 1 (1), 37-45
- BONATO, I., CARDUZA, F., COSSU, M., GRIGIONI, G., IRURUETA, M., PERLO, F., PICALLO, A., y TEIRA, G. (2011). Manual de procedimientos: determinación de los parámetros de calidad física y sensorial de carne bovina. Buenos Aires, Argentina.33-38
- CENSO NACIONAL AGROPECUARIO, (2018). INDEC.
https://www.indec.gob.ar/ftp/cuadros/economia/cna2018_resultados_preliminares_ganaderia.pdf
- CHEVALLIER BOUTELL, S., TORIBIO, M. (2006). Importancia de la fertilización en pasturas. Análisis económico. Agromercado. Producción animal.
- Gallardo M. 2007. Alternativas para reemplazar al grano de maíz. *Producir XXI*, Bs.As., 15(188):20-28. E.E.A. INTA Rafaela.
- HERNANDEZ, Rolando A. (2002). Carne Argentina: una especialidad. Área de Investigación - Estación Experimental Agropecuaria General Villegas, INTA.
- KLOSTER A., LATIMORI N., AMIGONE M. 2004. Manejo de la alimentación de novillos cola de invernada durante el segundo otoño. INTA Marcos Juárez.
- MARINISSEN, J. (2007). Suplementación con grano de avena de terneros a pastoreo sobre un verdeo invernal. Parámetros productivos y calidad de carne. Tesis Magister.
- MARTÍNEZ M.F., ARELOVICH H.M., WEHRHAHNE L.N.. 2010. Grain yield, nutrient content and lipid profile of oat genotypes grown in a semiarid environment. *Field Crops Res.* 116, 92-100.
- NAUMANN, H.D. (1965): Evaluation and measurement of meat quality. G.W. Irving y S.R. Hoover (eds). Amer. Ass. for the Advancement of Sci. Washington. Pub. 77.
- PORDOMINGO, Aníbal J. (2013). Feedlot: Alimentación, diseño y manejo.

- ROBERT Sergio, SANTANGELO Federico, ALBORNOZ Ignacio, DANA Gastón (2009).
“Estructura del feedlot en Argentina - Nivel de asociación entre la producción
bovina a corral y los titulares de faena”.
- SANTINI, F (2004). Engorde a corral. Ciclo completo, de terminación y de
complementación del sistema pastoril. INTA Balcarce.
- SCHOR Alejandro, COSSU María E., PICALLO Alejandra, MARTÍNEZ FERRER Jorge,
GRIGERA NAÓN Juan J., COLOMBATTO Darío (2008). Nutritional and eating quality
of Argentinean beef: A review. *Meat science*, 79 (3), 408-422.
- SIMEONE A., BERETTA V., FRANCO J. 2005. Jornada Anual de la Unidad de Producción
Intensiva de Carne (UPIC) “MANEJO NUTRICIONAL EN GANADO DE CARNE”
Suplementación y engorde a corral: cuándo y cómo integrarlos en el sistema
ganadero. Estación Experimental “Dr. Mario A. Cassinoni” Facultad de Agronomía
Ruta Gral. Artigas km 363 – Paysandú.