

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA

FACULTAD DE VETERINARIA

INCLUSIÓN DE PASTURA SOBRE UNA DIETA DE TERMINACIÓN A CORRAL
DE NOVILLOS HOLANDO: EFECTO SOBRE LA PERFORMANCE ANIMAL Y
LA CALIDAD DE LA CANAL Y CARNE

Por

Gabriela ETCHANDY PLACERES

TESIS DE GRADO presentada como uno de
los requisitos para obtener el título de Doctor
en Ciencias Veterinarias.

Orientación: Producción Animal

MODALIDAD: Ensayo Experimental

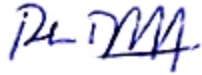
MONTEVIDEO

URUGUAY

2023

PÁGINA DE APROBACIÓN

Presidente de Mesa:



Dr. Rafael Delpiazzo

Segundo Miembro (Tutor):



Dr. Eduardo Morales

Tercer Miembro:



Dr. Ariel Aldrovandi

Cuarto Miembro (Co-tutor):



Dra. Carolina Fiol

Fecha: 2023

Autor:



Gabriela Etchandy Placeres

AGRADECIMIENTOS

A mi familia y amigas de toda la vida por el apoyo incondicional durante la carrera.

A los amigos de facultad, a todos los compañeros con quienes estudié, por hacer que el camino haya sido mucho más lindo; por los momentos compartidos.

A mi tutor, Eduardo por el trabajo en conjunto durante el experimento y apoyo en todo el trabajo de la tesis. A mi co-tutora Carolina, por las correcciones y devoluciones durante el proceso de escritura. Al personal del IPAV por la ayuda durante el experimento.

A la Facultad de Veterinaria y UdelaR, por la oportunidad de formarme como profesional.

TABLA DE CONTENIDO	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	2
AGRADECIMIENTOS.....	3
LISTA DE CUADROS.....	6
1. RESUMEN	7
2. SUMMARY	8
3. INTRODUCCIÓN	9
4. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	11
4.1 Sistemas de producción de carne en Uruguay.....	11
4.2 Alternativas alimentarias para la invernada de novillos Holando.....	12
4.3 Inclusión de pasturas en dietas RTM.....	15
4.4 Clasificación y tipificación de las carcasas.....	16
4.5 Calidad de la carne y de la canal.....	17
4.5.1 pH de la carne.....	18
4.5.2 Ternura instrumental de la carne.....	20
4.5.3 Color de la grasa y de la carne.....	20
4.6 Efectos de los factores del sistema de producción sobre la calidad de la canal y de la carne.....	21
5. HIPÓTESIS	24
6. OBJETIVOS	25

6.1. Objetivo General.....	25
6.2. Objetivos Específicos.....	25
7. MATERIALES Y MÉTODOS.....	26
7.1 Diseño experimental.....	26
7.2 Alimentos.....	26
7.3 Mediciones.....	28
7.3.1 Mediciones ante mortem.....	28
7.3.2 Mediciones post mortem.....	28
7.4 Análisis Estadístico.....	30
8. RESULTADOS.....	32
9. DISCUSIÓN.....	37
10. CONCLUSIONES.....	43
11. IMPLICANCIAS.....	43
12. BIBLIOGRAFÍA.....	44

LISTA DE CUADROS

Página

Tabla 1. Composición química de los alimentos.....	28
Tabla 2. Peso vivo promedio (kg), ganancia de peso (GDPV; kg/d) y peso vivo final (kg) para novillos Holando alimentados con ración totalmente mezclada (E, n = 15) y alimentados con ración totalmente mezclada más pasturas (E+P, n = 16).....	32
Gráfico 1. Ganancia de peso vivo (GDPV; kg/d) para novillos Holando alimentados con ración totalmente mezclada (E, n = 15) y alimentados con ración totalmente mezclada más pasturas (E+P, n = 16).....	33
Gráfico 2. Evolución de peso vivo (kg) para novillos Holando alimentados con ración totalmente mezclada (E, n = 15) y alimentados con ración totalmente mezclada más pasturas (E+P, n = 16).....	34
Tabla 3. Rendimiento de la canal en caliente (%) y pH para novillos Holando alimentados con ración totalmente mezclada (E, n = 15) y alimentados con ración totalmente mezclada más pasturas (E+P, n = 16).....	35
Tabla 4. Parámetros del color de la carne y color de la grasa (L^* , a^* , b^*), terneza instrumental de la carne, y pérdidas por cocción en novillos Holando alimentados con ración totalmente mezclada (E, n = 15) y alimentados con ración totalmente mezclada más pasturas (E+P, n = 16).....	36

1. RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la inclusión de pasturas templadas en dietas de terminación de novillos Holando a corral, sobre aspectos de la calidad de la carne (pH y color de la carne, color de la grasa, terneza instrumental, pérdidas por cocción) y performance animal (evolución del peso vivo, ganancia diaria y rendimiento de carcasas en faena). El trabajo experimental se llevó a cabo en el campo experimental N° 2 de Facultad de Veterinaria, Libertad, San José. Se trabajó con 31 novillos Holando de igual edad ($386,5 \pm 37,9$ kg), los cuales fueron asignados en forma homogénea según peso vivo inicial a dos tratamientos dietarios: E (n = 15): novillos alimentados con dieta 100% RTM (Ración Totalmente Mezclada), y E+P (n = 16): novillos alimentados con 60% RTM + 40% de pasturas compuestas por Avena y Raigrás durante 100 días. Se midieron variables ante mortem (peso vivo y ganancia diaria de peso) y post mortem (clasificación y tipificación de carcasa, peso en cuarta balanza, pH, color de la carne, color de la grasa, terneza instrumental de la carne y pérdidas por cocción). No existieron diferencias en la evolución de peso (E: $474,0 \pm 13,9$ kg, E+P: $464,1 \pm 13,8$ kg), ni en la ganancia diaria de peso (E: $1,46 \pm 0,06$ kg/d, E+P: $1,38 \pm 0,06$ kg/d) entre tratamientos, pero al día 42 los novillos E pesaron más que los E+P, mientras que al día 98 los novillos E+P pesaron más que los E. Tampoco se encontraron diferencias entre tratamientos sobre el rendimiento de la carcasa (E: $51,3 \pm 0,5$ %, E+P: $50,5 \pm 0,5$ % $P = 0,31$), ni el pH (E: $5,53 \pm 0,03$ %, E+P: $5,53 \pm 0,03$ %; $P = 0,86$) de la carne, ni a la terneza (E: $2,81 \pm 0,73$, E+P: $2,48 \pm 0,43$; $P = 0,56$). El índice de amarillo (b^*) de la carne y de la grasa fue mayor en los novillos E+P en comparación con los novillos E ($14,7$ y $13,8 \pm 0,4$; $P = 0,03$, respectivamente). Se concluyó que la inclusión de un 40% de pasturas frescas en una dieta de terminación de novillos Holando no afecta el desempeño productivo ni la calidad de la carne respecto a la alimentación 100% RTM.

2. SUMMARY

The purpose of this experiment was to determine the effect of the inclusion of 40% of fresh forage to a finishing diet, on the productive performance and meat quality of Holstein steers. This study was carried out in experimental field No. 2 of the Faculty of Veterinary Medicine, Libertad, San José. We worked with 31 Holando steers of the same age ($386,5 \pm 37,9$ kg; from the same commercial herd, which were assigned homogeneously according to initial live weight to two dietary treatments: E: a 100% RTM diet, and E+P: composed of 60% RTM + 40% of pastures including Oats and Ryegrass. Variables were measured ante-mortem (live weight and estimation of daily weight gain) and post-mortem (classification of carcass, weight on fourth scale, pH, meat color, fat color and instrumental tenderness of the meat). We concluded that the inclusion of 40% of fresh pastures on a finishing diet of Holando steers did not affect the productive performance regarding weight evolution (E: $474,0 \pm 13,9$ kg, E+P: $464,1 \pm 13,8$ kg), daily weight gain (E: $1,46 \pm 0,06$ kg/d, E+P: $1,38 \pm 0,06$ kg/d), but at day 42 the E steers weighed more than the E+P, while at day 98 the E+P steers weighed more than E steers. No differences were seen between both diets regarding carcass yield (E: $51,3 \pm 0,5$ %, E+P: $50,5 \pm 0,5$ % $P = 0,31$), pH of the meat (E: $5,53 \pm 0,03$ %, E+P: $5,53 \pm 0,03$ %; $P = 0,86$), and tenderness (E: $2,81 \pm 0,73$ kgF, E+P: $2,48 \pm 0,43$ kgF; $P = 0,56$). The result of yellowness (b^*) of meat and fat was higher in E+P steers compared to E steers ($14,7$ and $13,8 \pm 0,4$; $P = 0,03$, respectively). In conclusion, the inclusion of 40% of fresh pastures in a finishing diet of Holando steers does not affect the productive performance or the quality of the meat compared to 100% RTM feeding steers.

3. INTRODUCCIÓN

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 2018), se transita actualmente un proceso de tecnificación e intensificación de las producciones agropecuarias, con un incremento de explotaciones de engorde a corral. Entendiendo que producir más será inevitable para satisfacer las demandas alimentarias, la FAO sugiere que se debe lograr un aumento en la eficiencia de producción. Acompañando a esa eficiencia, se debe apostar a producciones más económicas, con animales que logren expresar su máximo potencial, para que las mismas sean sostenibles y sustentables. A su vez, a nivel general, los consumidores son cada vez más conscientes de la composición de los alimentos y su efecto sobre la salud humana (Elgersma, 2008).

Uruguay es un país productor, consumidor y exportador de carne. La producción ganadera en nuestro país logra cumplir con los más exigentes estándares a nivel mundial, en aspectos de calidad de la carne, sanidad animal, transparencia del proceso de cría de cada animal y seguridad alimentaria, a través del Sistema Nacional de Información Ganadera (SNIG), que lleva a cabo la trazabilidad individual obligatoria desde el año 2006 (Uruguay XXI, 2016). Actualmente existen unos 11,5 millones de vacunos y la actividad ganadera es realizada en 48 mil establecimientos aproximadamente, teniendo en cuenta producciones exclusivamente ganaderas y en conjunto con actividades agrícolas (MGAP, 2019). Respecto a la orientación ganadera, del total de los productores que se dedican a la cría vacuna, un 10% son invernadores (ocupando el 15% de la superficie destinada a la ganadería sumada al área agrícola-ganadera). La producción de carne vacuna incluye más de un millón de novillos faenados por año para consumo interno y exportación, representando la exportación de carne vacuna el 22,3% de

las exportaciones totales en 2018 (MGAP, 2019). Entre enero y octubre de 2021 se exportaron más de 2.300 millones de dólares en el sector cárnico, lo que representa un 53% de crecimiento en comparación con ese período en 2020, significando la carne más del 25% de las exportaciones (Uruguay Presidencia, 2021).

Por su parte, en la cadena láctea los terneros machos Holando son un recurso disponible pero que compite por la disponibilidad de alimentos y la atención del personal con las hembras de la recría del tambo, por lo cual terminan siendo vendidos (Blumetto, Ruggia y Britto, 2015) e incluso sacrificados al nacimiento (Bruno et al., 2009). Sin embargo, la posibilidad de incluir el engorde de esta categoría dentro del sistema de producción podría suponer una diversificación de las actividades de los tamberos del país. A su vez, implicaría finalizar con una práctica alejada del bienestar animal y en contra de la opinión pública, como es el sacrificio sin razones justificadas de los terneros machos Holando al nacimiento o pocos meses de vida (Ritter, Hötzel, Von Keyserlingk, 2022).

Existen diferentes alternativas para el manejo nutricional de novillos en etapas de invernada o terminación, dentro de las cuales se encuentra la combinación de pasturas con ración totalmente mezclada (RTM). Si bien dicha alternativa ha sido evaluada tanto en vacas lecheras (Bargo, Muller, Delahoy, Cassidy, 2002; Bargo, Muller, Varga, Delahoy y Cassidy, 2002; Pastorini, Pomiés, Repetto, Mendoza y Cajarville, 2019) así como también en animales de razas carniceras (Arrieta, Lagomarsino, Olivera y Trindade, 2008; Santana et al., 2011), no se encontraron antecedentes de trabajos que planteen la evaluación de esta alternativa alimenticia para engordar ganado Holando. Por tanto, en la presente tesis se planteó evaluar el efecto de la incorporación de pasturas a una dieta de terminación de novillos Holando, en base a una RTM, sobre aspectos relacionados al desempeño productivo (evolución y ganancia diaria de peso, rendimiento, clasificación y tipificación de las carcasas a la faena) y a la calidad de la canal y de la carne (pH de la carne, color de la carne, color de la grasa, terneza instrumental y pérdidas por cocción).

4. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

4.1 Sistemas de producción de carne en Uruguay

La invernada es la etapa considerada desde el inicio de la recría hasta la faena del animal. Uruguay produce carne a través de tres sistemas de producción principales: pastoril, intensivo (feedlot o engorde a corral) o la combinación de ambos. Los sistemas de terminación en base pastoril (67% en Uruguay, Robert et al., 2009) significan una mayor área de ocupación con menor costo de inversión. En los sistemas pastoriles, el valor nutricional y la composición del forraje varían con la especie vegetal utilizada y su estado fisiológico al momento del pastoreo, lo que hace de la producción de carne en base a pasturas un sistema variable entre estaciones (Soca et al., 2007). Dichos sistemas actualmente están siendo desplazados por el desarrollo de la agricultura (Chalkling, 2004; Robert et al., 2009), lo que se traduce en menores áreas destinadas a la ganadería, por lo cual los sistemas comenzaron un proceso de tecnificación, acompañado por un aumento de feedlots y sistemas de engorde intensivos, que utilizan menores superficies. Los sistemas ganaderos intensivos y feedlots generan mejor productividad que los sistemas en condiciones pastoriles (Robert et al., 2009), basados en una alimentación altamente energética, logran resultados productivos más estables y elevados debido a una mayor eficiencia de conversión de alimentos a carne y una menor participación de variables como el clima o la productividad de las pasturas (Chalkling, 2004). Además, constituyen una herramienta que facilita liberar área de pastoreo para categorías de edades menores y aumentar la carga, o para soportar meses de déficit de oferta de pasto (Chalkling, 2004). En un nivel intermedio de intensificación, se encuentran los sistemas mixtos, que incluyen una base pastoril resultando en un sistema más económico, pero agregando la suplementación como

estrategia para potenciar la producción de carne y disminuir la edad a faena (Soares de Lima, Montossi, 2010).

En relación al tipo de animal que se utiliza en los sistemas productivos, nuestro país se caracteriza por producir carne a partir de animales de razas de biotipos carniceros. Sin embargo, existe una proporción de machos derivados de la producción lechera que constituyen un recurso constante disponible, que podrían incluirse en la cadena de producción cárnica (Blumetto et al., 2015). En ese sentido, en la presente tesis nos planteamos evaluar el efecto de diferentes alternativas de alimentación de novillos Holando sobre su desempeño productivo, calidad de la canal y de la carne. A continuación, se presentan los antecedentes vinculados a la invernada de novillos Holando y las alternativas de alimentación utilizadas.

4.2 Alternativas alimentarias para la invernada de novillos Holando

La posibilidad de engordar animales de la raza Holando podría implicar diversificar la producción de los productores lecheros, y a su vez minimizar los costos de inversión inicial para producir carne. La raza Holando presenta un biotipo lechero, de “tamaño relativamente grande, precocidad mediana, esqueleto fuerte, mantas musculares no muy desarrolladas, aspecto anguloso, ubre desarrollada, pelaje overo negro bien definido, con manchas negras repartidas en el cuerpo y extremidades blancas” (Bavera, 2011). El Holando constituye un biotipo no carnicero, con un mayor frame y gasto de mantenimiento en comparación con los novillos de razas británicas (Bavera, 2011). A su vez, la tasa de engrasamiento en esta raza es más baja, por lo cual este tipo de novillo demora más tiempo en terminarse. Por tanto, es necesario incluir una suplementación en la dieta para lograr acelerar la etapa de invernada y lograr un adecuado grado de terminación (Blumetto et al., 2015). La raza Holando suele terminarse entre 520 y 700 kg a los 30 meses de edad, lo que plantea la necesidad de desarrollar un sistema de terminación intensiva rentable, para disminuir el tiempo hasta la faena y aumentar la eficiencia de engorde (Marra, 2011). El desempeño productivo de los novillos está relacionado al nivel y al tipo de alimentación que reciben (Di Marco, 2004, citado por Arrieta et al., 2008). Diferentes estudios determinaron que, con una adecuada

alimentación y manejo, es posible producir carne de calidad con animales Holando que se faenan a una edad temprana, con eficiencias aceptables y buen retorno económico (Ainslie, Fox, Perry, Ketchen, Barry, 1992; Blumetto et al., 2015).

En muchas ocasiones, durante la etapa de invernada, los novillos Holando quedan relegados a pasturas de baja productividad y de baja calidad, generando un aumento del período de recría, de 24 meses o más, finalizando con bajos resultados económicos y de calidad de la carne. Por tanto, debido a esta manera de producir y a las diferencias de conformación con novillos de biotipos carniceros, se ha subvalorado el engorde de novillos Holando (Latimori, Kloster, Carduza, Vissani, Garis, 2016).

En Uruguay, el uso de novillos Holando, se expandió gracias al ingreso a los mercados del NAFTA, quienes demandan cortes magros. Pérez (2007), menciona que se han realizado invernadas de Holando sobre praderas con suplementación en Argentina, sin evidenciar diferencias en la eficiencia de conversión en comparación con razas británicas, pero observando mayor consumo y mayor ganancia diaria. En relación a la utilización de pasturas en la terminación de novillos Holando, Saadoun (2013) concluyó que la carne que proviene de novillos de sistemas pastoriles, presenta mayores cantidades de minerales como selenio, a la vez que contiene más altos niveles del conjunto de isómeros del CLA (18:2) (benéficos para la salud humana) en los lípidos tisulares que las carnes provenientes de animales alimentados con concentrados.

Existen antecedentes de investigaciones en el mundo sobre el engorde de animales Holando. En 1993, Garin, Machado y Rinaldi, plantearon distintos modelos de asignación de forraje para evaluar ganancias de peso vivo, concluyendo que la presión de pastoreo afectó la ganancia diaria por animal, siendo menor la ganancia en el tratamiento con más intensidad de pastoreo. Ramírez-Barboza, Valverde-Abarca y Rojas-Bourrillón (2017), evaluaron el impacto de la raza (Brahman y Brahman*Charolais) y 3 niveles de suplementación, para novillos en etapa de terminación en pastoreo, y no encontraron diferencias debidas a la suplementación, pero si por el componente racial: la ternesa de la carne de los novillos cruza

continental fue mayor a los 14 días de maduración en comparación con la carne de novillos de raza cebú. Schaefer (2005) indicó que el rendimiento de las carcasas fue menor para los animales Holando en comparación con las razas de carne de origen británico, sin encontrar diferencias en aspectos de calidad de la carne como la palatabilidad.

Como se mencionó anteriormente, el frame de los animales Holando es mayor en comparación con novillos de razas británicas, por lo cual, una de las limitantes planteadas por los productores es la dificultad para lograr un adecuado grado de terminación en novillos de esta raza (Blumetto et al., 2015). Al mismo tiempo, el mantenimiento de bajos costos de producción representa un factor esencial para los países exportadores como Uruguay (Cajarville, Aguerre, Santana, Repetto, 2011). Una de las alternativas utilizadas es la suplementación en la etapa de terminación, realizada con el fin de acelerar el proceso durante la etapa menos eficiente en cuanto a conversión (Pordomingo, 2003).

La industria frigorífica demanda mayores pesos de carcasa y mayor grado de terminación, llevando a un incremento en el uso de concentrados energéticos y proteicos, a través de la suplementación en pastoreo o la terminación a corral (Baldi, Banchemo, La Manna, Fernandez, Perez, 2010). Los concentrados pueden ser utilizados como suplementación, permitiendo de esta forma, aumentar la carga animal y compensar la baja estacional de la producción y de la calidad de las pasturas (Estrada, 2010; Ponte et al., 2020). El uso de concentrados significa la disminución de la demanda de forraje a lo largo del proceso de invernada, lo que soluciona la problemática de la disponibilidad estacional de las pasturas (Simeone, Beretta, Franco, Baldi, 2004). Además, la suplementación en la etapa de terminación significa una disminución del tiempo hasta la faena. En este sentido, Arrieta et al. (2008) concluyeron que, dietas de terminación que incluyen suplementación alta en energía, derivan en un menor tiempo a faena debido a una mayor ganancia de peso y grado de engrasamiento, disminuyendo la cantidad de agua en el músculo, aumentando la deposición de tejido graso y resultando en mejor ternera.

Por otra parte, en los sistemas a corral, los concentrados energéticos y proteicos son ofrecidos junto con el resto de los componentes de la dieta, forrajes o ensilajes y aditivos, constituyendo una ración totalmente mezclada (RTM) que cubre las necesidades específicas de los animales (Gill, 1979).

En las últimas décadas, la incorporación de pasturas en dietas de terminación a corral, ha sido una alternativa de creciente interés. A continuación, se presentan los antecedentes relacionados a la evaluación de la inclusión de pasturas en dietas RTM en bovinos.

4.3 Inclusión de pasturas en dietas RTM

Las pasturas y forrajes proveen un aporte de nutrientes económico para la producción animal (lechera y cárnica) y juegan un papel importante en la producción de alimentos de buena calidad para el consumo humano, a un precio accesible (Chaudhry, 2008). Por tanto, la inclusión de pasturas en dietas de terminación en base a una RTM, puede significar una disminución del costo de esta etapa de producción, lo cual resultaría en un beneficio para los productores (Dillon, 2006).

Además de los beneficios económicos derivados de la incorporación de pasturas a la RTM, diversos experimentos han demostrado un aumento de componentes con propiedades nutraceuticas al adicionar pasturas templadas frescas en las dietas de vacas lecheras y animales de engorde (Adrien, 2010; Mendoza, Cajarville, Santana y Repetto, 2011; Santana, 2012). Por otra parte, la alimentación de bovinos, especialmente aquellos de alto potencial de producción (vacas lecheras o novillos de terminación) con dietas únicamente en base a pasturas, determina que los animales en muchas ocasiones no logren su máximo potencial de productividad (Adrien, 2010; Santana, 2012). Es por esto que varios estudios evaluaron diferentes alternativas de incorporación de pasturas a la RTM, para alcanzar consumos de materia seca y niveles de productividad deseados, pero incorporando los beneficios relacionados a la calidad de la carne que serían aportados por la pastura (Adrien, 2010; Santana 2012; Mendoza, Cajarville y Repetto, 2016). En nuestro país, Pastorini et al. (2019) observaron que la inclusión de hasta 30% de pastura fresca

de alta calidad en una dieta RTM en vacas lecheras, no afectó el consumo de materia seca ni la producción de leche en comparación con vacas alimentadas 100% con RTM. Por su parte, Mendoza et al. (2016) al incluir seis horas de pastoreo, encontraron un aumento en el consumo de nutrientes e igual eficiencia de síntesis de proteína microbiana en relación a aquellos animales mantenidos únicamente con RTM. Mendoza et al. (2011) en un trabajo con vacas lecheras, encontraron una menor tasa de ingestión al disminuir el porcentaje de RTM en la dieta. Gonnet y Morales (2015) estudiaron el comportamiento ingestivo de dietas RTM en corderos, sin lograr alcanzar el consumo necesario para cubrir los requerimientos de los mismos en crecimiento al proveerlos de una dieta 100% RTM. Por contraparte, observaron que la tasa de ingestión se incrementó a medida que la RTM en la dieta disminuía y se incorporaban pasturas.

Baldi et al. (2010), estudiaron cuatro dietas combinando sistema pastoril y a corral, al momento del destete y en la terminación, para medir el impacto del manejo nutricional de la recría (cuatro manejos evaluados) en el desempeño productivo a la terminación (dos dietas de terminación). Los animales terminados a corral, llegaron antes al peso de faena de 500 kg, viéndose afectados por la alimentación durante la recría el peso de la canal y el nivel de engrasamiento. Por otra parte, Vignale Centanino (2015) realizó un estudio sobre la calidad de la carne en animales de raza Aberdeen Angus comparando vacas, vaquillonas y novillos, concluyendo que novillos terminados a base pastoril no tuvieron diferencia significativa con novillos terminados en feedlot en cuanto a peso de la canal.

Por tanto, la incorporación de pasturas a dietas RTM podría ser una alternativa en dietas de novillos en terminación. A su vez, en esta categoría es fundamental evaluar cómo las diferentes alternativas alimenticias afectan los parámetros post-mortem, determinados por la calidad de la carne y la canal.

4.4 Clasificación y tipificación de las carcasas

La clasificación y tipificación de las canales o carcasas, tiene como objetivo definir su calidad agrupándolas en distintas categorías según sus características utilizando

criterios homogéneos, contemplando características de conformación (desarrollo de la masa muscular), peso y terminación (cantidad y distribución de grasa). La misma es realizada mediante la aplicación del Sistema de Clasificación y Tipificación creado por el Instituto Nacional de Carnes en 1997 (INAC, 2012). Los factores que podrían afectar la clasificación y tipificación de las carcasas son la raza, la edad y el peso animal.

Clasificación: se refiere al sexo y la edad, esta última medida por dentición (Ternero, Novillo joven, Novillo 6 dientes, novillo 8 dientes, vaquillona, vaca 6 dientes y toro) (INAC, 1997).

Tipificación: en función de la conformación y la terminación se mantienen los tipos de conformación I, N, A, C, U, R; y los grados 0, 1, 2, 3, 4, de terminación. (INAC, 1997).

“Conformación: es la relación entre masa muscular y hueso de la canal. En canales de buena conformación, predominan los perfiles convexos sobre los cóncavos y las medidas de anchura sobre la longitud. La conformación de una canal es identificada con las letras I, N, A, C, U, R, siendo I la correspondiente a canales con masa muscular muy desarrollada y R correspondiente a canales con nulo desarrollo muscular” (INAC, 1997).

“Terminación: la terminación se refiere a la relación músculo/grasa o grado de engrasamiento o de cobertura de grasa. Produce diferenciación en el valor comercial de un canal y es el criterio de calidad más importante para la clasificación y tipificación de las canales. Tiene una relación estrecha con la cantidad de grasa de la carne. El grado de engrasamiento se determina según el grado de 0 a 4 de forma ascendente, siendo 0 una canal con carencia total de grasa y 4 una canal con excesiva cobertura de grasa” (INAC, 1997).

4.5 Calidad de la carne y de la canal

Se entiende como carne a “la parte muscular comestible de las reses faenadas, constituida por todos los tejidos blandos que rodean el esqueleto”, buscando resaltar

mecanismos de producción y de manejo, para mejorar cualidades nutricionales y sensoriales que atraigan a los consumidores, y que contribuyan a un modelo de producción rentable y atractivo para el productor”. (Reglamento de Inspección Veterinaria, Ministerio de ganadería, agricultura y pesca; M.G.A.P.). La calidad de la carne se expresa a través de una serie de características que satisfacen las expectativas del consumidor. Incluye propiedades nutritivas, higiénico sanitarias (hacen a la seguridad alimentaria), propiedades sensoriales (color, terneza, jugosidad, aroma y sabor) y factores cuantitativos como la relación entre cantidad de carne magra y grasa (INAC, 2012), estando asociada también al contenido de grasa intramuscular, ácidos grasos y colesterol (Bidner et al., 1981; García y Casal, 1992, citados por Arrieta et al., 2008 y Schindler et al., 2004).

También forman parte de la calidad de la carne, factores que influyen sobre la misma como características dadas por la raza, categoría y edad, condiciones de producción, manejo y alimentación. No debemos dejar de lado, que el concepto de calidad de la carne acompaña todo el proceso de la misma, incluida la industrialización, el almacenamiento, el transporte y la preparación culinaria. (INAC, 2012). Cabe destacar que el consumo de carne roja se ha vuelto controversial, debido al contenido de colesterol y ácidos grasos saturados y su efecto en la salud humana. De todas maneras, una cantidad adecuada de grasa es necesaria para cubrir los requerimientos energéticos, como también por el aporte de ácidos grasos esenciales y para el transporte de vitaminas liposolubles (A, D, E, K). (Brito, 2005). A pesar de que se ha observado una leve redistribución del consumo de carne hacia otras especies, con consecuente caída del volumen de carne distribuido en el mercado interno, Uruguay integra, sin duda alguna, la cúpula de países consumidores de carne bovina per cápita (Instituto Nacional de Carnes, INAC, 2018).

4.5.1 pH de la carne

El pH constituye uno de los puntos a evaluar al hablar de calidad de la carne, tanto por su implicancia sanitaria como por su asociación con el color de la carne e interferencia con las demás características organolépticas (Priore, 2010). El pH

indica el grado de acidez de la carne, el cual debe ser menor a 5,9 para no afectar su calidad y duración (pH normal de la carne 5,4 a 5,8: Franco, Feed, Aguilar, Gimeno, Navajas, 2002; Tarrant, 1989). Un inadecuado manejo del ganado pre faena no permite que ocurran los procesos normales que transforman el músculo en carne ya que no hay suficiente glucógeno (fuente de energía) para transformarlo en ácido láctico (responsable de la acidez), por lo que no se logra el pH normal de la carne, generándose condiciones para que el color de la carne y su textura se vean alterados, quedando de color oscuro y acortando la durabilidad para su consumo ya que valores de pH altos no inhiben a las bacterias (INAC, 2012). Desde el punto de vista sanitario, durante el proceso de maduración de la carne, el pH desciende por debajo de 5,8, logrando la inactivación del virus de la Fiebre Aftosa. Por lo tanto, los mercados más exigentes a los que Uruguay exporta (USA, U.E., Chile) exigen este proceso de maduración como garantía sanitaria (INAC, 2012).

Las causas de un inadecuado pH de la carne son variadas: tipo de dieta, conformación de la canal, mezcla de animales previo a la faena, categoría, sexo, tiempo de espera antes de la faena, siendo el efecto raza una variable poco importante (Feed, 2009; Franco et al., 2002). El exceso de acidificación producirá un aumento de la pérdida de agua dando menor peso de la canal y menor jugosidad de la carne (Serrano, Humada, Maestro, 2012). Por otra parte el valor de pH afecta el color de la carne; la carne es más pálida cuanto menor sea el pH mientras que, en cuanto este valor aumenta se vuelve más oscura, debido a que, si las reservas de glucógeno muscular se agotan antes del sacrificio debido a ejercicio prolongado o estrés previo a la faena, no queda glucógeno para transformarse en ácido láctico, por lo que el pH no descenderá lo necesario, generando carnes oscuras, secas, firmes y con alta capacidad de retención de agua (carnes DFD), con una menor vida útil y asociado por los consumidores a animales viejos o carne en mal estado (Brito, Pringle, San Julián y Montossi, 2004; Page, Wulf, Schwotzer, 2001; Serrano et al., 2012).

En el presente trabajo se utilizaron animales de igual edad, sexo, raza y se realizó igual manejo de los animales previo a la faena (distancia y tiempo de transporte, tiempo de espera previo a la faena).

4.5.2 Terneza instrumental de la carne

La terneza de la carne es una característica de gran variabilidad y es parte de la calidad sensorial de la carne (Franco et al., 2002). La terneza es afectada por el tipo de fibra en el músculo, cantidad y disposición de tejido conjuntivo y adiposo, manejo del animal previo a la faena y preparación culinaria (Vignale, 2015). Animales de mayor edad y en pastoreo, tienen mayor contenido de colágeno en el músculo debido a la necesidad de desplazarse para cosechar el alimento, lo que genera menor terneza de la carne que en aquellos animales terminados en feedlot y a edades más tempranas. A su vez, el manejo previo a la faena, transporte, estrés y ayuno resultan en carnes con un pH alto, afectando la terneza (Vignale, 2015).

A nivel de laboratorio, la terneza de la carne puede medirse en fuerza de corte con una cizalla de Warner-Bratzler (Feed, 2009). A menor fuerza de corte, mayor terneza instrumental (Brito et al., 2004).

En relación a la terneza, Cuadro y Prieto (2012) estudiaron estrategias pre y post faena para mejorar la terneza de la carne en novillos Holando, comprobando que tanto la administración de Vitamina D3 parenteral pre faena, como la maduración y el tendercut (método de alteración de colgado y electro-estimulación de bajo voltaje), produjeron mejoras en la terneza instrumental.

4.5.3 Color de la grasa y de la carne

Dependiendo de las preferencias del consumidor y del mercado, el color de la grasa amarillo o blanco, y el color de la carne rojo fuerte o claro, son percibidos como atributos de calidad positivos o negativos. El color de las grasas varía debido a los pigmentos vegetales como los carotenoides y xantofilas, que se encuentran en las

pasturas (en mayor proporción en las hojas) y se acumulan en la grasa bovina, dando coloraciones amarillas y naranjas. (Priolo, Micol, Agabriel, 2001). Según Mora Izaguirre y Shimada Miyasaka (2020), dichos carotenoides no son degradados en el rumen, por lo cual pueden ser absorbidos en la mucosa intestinal o pasar a la sangre por vía linfática, para luego depositarse en hígado, tejido adiposo u otros órganos.

Respecto a la relación entre color y terneza, Brito et al. (2004) concluyeron que la medida a^* del color de la carne (tonos rojos) es la más eficiente en predecir terneza mediante una correlación negativa, lo que implica que a mayor coloración a^* menor será la terneza de la carne. A su vez, se ha reportado que la medida a^* también tendría una correlación negativa con el pH de la carne (Wulf et al., 1997).

La coloración de la carne es un factor que incide en la elección del consumidor. La misma se debe a la mioglobina, pigmento que se encuentra en el músculo, y produce variaciones en la coloración de la carne debido a su concentración, su estado químico y a sus propiedades de la dispersión de la luz (Albertí, Ripoll, 2010). En ambientes de baja tensión de oxígeno, la mioglobina presenta un aspecto de color rojo oscuro. Cuando se expone a un ambiente rico en oxígeno la mioglobina se transforma en oximioglobina (MbO_2) dando un color rosado brillante o rojo cereza. Otro factor que afecta el color de la carne es el estado químico de metamioglobina, que se manifiesta cuando el medio se encuentra a pH ácido, apareciendo un color marrón o pardo. Además, el color de la carne se ve afectado por la edad del animal, ya que la cantidad de mioglobina se incrementa con ésta y se vuelve inestable (Albertí et al., 2010). El color se percibe debido a las longitudes de onda de la luz reflejada, cuando la luz incide en la carne, algunas longitudes de onda de las radiaciones se absorben por los pigmentos y otras son reflejadas, siendo estas últimas las percibidas por el ojo humano. El color de la carne se mide en el músculo *Longissimus dorsi*, entre la 12va y 13va costilla.

4.6 Efectos de los factores del sistema de producción sobre la calidad de la canal y de la carne

La mayoría de las cualidades relacionadas a la calidad de la carne y la canal están, en mayor o menor medida, afectadas por el sistema de producción, el tipo de dieta y tipo de alimento que reciben los animales (Brito, 2005), pudiendo variar además por el biotipo del animal. En relación al sistema de alimentación, existe bibliografía que describe resultados del efecto de internadas a corral y en pasturas sobre la calidad de la carne (Arrieta et al., 2008; Duckett, Neel, Lewis, Fontenot, Clapham, 2013; Esterhuizen, Groenwald, Strydom, Hugo, 2008; Ponte et al., 2020; Realini et al., 2004), observando que tanto la inclusión de suplementación en la etapa de terminación como la terminación a corral propiamente dicha, tuvieron un efecto positivo sobre el peso vivo final de los animales, de sus carcazas, o resultaron en que los animales alcanzaran el peso a faena estipulado en un periodo menor que aquellos animales terminados a pasto.

El tipo de alimentación que reciben los novillos durante el proceso de internada no afectaría en mayor grado el pH de la carne, pero el mismo podría verse afectado por el sistema de producción, ya que animales terminados a feedlot podrían tener mayores reservas de glucógeno muscular (González, Astiz, 2008). La glucosa y ácidos grasos que son transportados en la sangre utilizan oxígeno para transformarse y almacenar energía en forma de ATP. Luego del sacrificio del animal, deja de llegar sangre a los tejidos por lo que las contracciones y relajaciones musculares se producen debido a un proceso anaerobio de utilización de glucógeno del músculo, produciendo ácido láctico, que se acumula generando la acidificación de los músculos hacia un pH de alrededor de 5,5 a 24 horas post sacrificio. Cuando el ATP se agota, cesan las contracciones - relajaciones y los músculos quedan contraídos (rigor mortis). Lo ideal es que esto ocurra unas 24 horas post faena, ya que si se produce antes por estrés del animal debido a manejo inadecuado tienen menos energía en músculo, pudiendo determinar una mayor dureza de la carne (lo cual puede corregirse durante la maduración), mientras que, si ese consumo de ATP se produce muy lento, debido a un enfriado debajo de 10°C previo al rigor mortis genera una contracción excesiva que determina dureza de la carne (resistencia al corte) sin posibilidad de corrección durante la maduración.

Realini et al. (2004) evaluaron novillos Hereford terminados a pasto en 130 días y a corral en 100 días. Esterhuizen et al. (2008) realizaron una terminación de 120 días en novillos Bonsmara, y Duckett et al. (2013) con un engorde de 132 días en la raza Angus, comparando dietas en pasturas y a corral. Estos autores encontraron, además, que el espesor de grasa de las carcasas de aquellos animales terminados a pasto fue entre un 32 y 56% menor, mientras que la grasa intramuscular fue entre 29 y 64% menor.

Respecto al color de la grasa subcutánea, varios estudios han señalado que los animales terminados con concentrados presentan colores más blancos, en comparación a aquellos terminados sobre pasturas, que muestran coloraciones más amarillas (Realini et al., 2004).

En resumen, si bien existen antecedentes de trabajos que estudian la inclusión de pasturas en dietas RTM en bovinos, son muy escasos los trabajos que evalúen dicha alternativa en la invernada de novillos. A su vez, de acuerdo a la bibliografía presentada, no existen estudios que evalúen la mezcla de pastura con RTM en invernadas de novillos Holando.

5. HIPÓTESIS

La inclusión de pasturas sobre una dieta de terminación a corral (RTM) de novillos Holando no afecta de forma negativa el desempeño productivo de los animales ni a la calidad de la canal en cuanto al peso de canal caliente, rendimiento, conformación y terminación, y genera efectos positivos sobre algunos aspectos de la calidad de la carne (pH, mayor ternera instrumental), en comparación al uso de una dieta conformada exclusivamente por RTM.

6. OBJETIVOS

6.1 Objetivo general

Determinar el efecto de la inclusión de pastura sobre una RTM de terminación de novillos Holando, evaluando aspectos vinculados al desempeño animal y a la calidad de la canal y de la carne.

6.2 Objetivos específicos

Medir el impacto de la inclusión del 40% de pasturas en una dieta RTM de novillos Holando, sobre:

- el desempeño de los animales en cuanto a la evolución de peso vivo y, ganancia diaria de peso,
- la clasificación y tipificación de la canal, y el rendimiento de las carcasas a la faena, y
- los aspectos relacionados de la calidad de la carne: pH, color de la carne, color de la grasa, terneza instrumental y pérdidas por cocción.

7. MATERIALES Y MÉTODOS

7.1 Diseño experimental

El trabajo se basó en un diseño experimental de 100 días de duración, y se llevó a cabo en el IPAV, Facultad de Veterinaria, en la localidad de Libertad, Departamento San José, Uruguay (S 34°, 40 ` , W 56 ° 32`). El ensayo se realizó de acuerdo con los reglamentos sobre el uso de animales en experimentación, enseñanza e investigación, de la Comisión Honoraria de Experimentación Animal (C.H.E.A.), Universidad de la República, en el marco de un protocolo de investigación aprobado por la Comisión de Experimentación en el Uso de Animales, número de protocolo 1235.

Al inicio del ensayo, a partir de un lote de 31 novillos Holando provenientes de un mismo rodeo comercial, se conformaron 2 grupos homogéneos (según peso vivo inicial: $386,5 \pm 37,9$ kg): 1) Encierre (E, PV: $387,8 \pm 37,6$, n = 15, 16,87 meses de edad), a los cuales se les suministró el 100% de la dieta como RTM), y 2) Encierre+Pastura (E+P, PV: $385,4 \pm 39,4$, n = 16, 16,75 meses de edad), que consistió en el suministro de una dieta RPM (Ración Parcialmente Mezclada), conformada por un 60% de RTM (del consumo potencial de MS) de igual composición que en el tratamiento E más un 40% de pastura. Se ubicaron dos animales del mismo tratamiento por cada corral, el cual midió 7,5m x 8m, dispuso de un comedero, un bebedero con agua a voluntad y una sombra que cubría un 5% aproximadamente del mismo. En el predio experimental, se contaba con acceso a agua potable, energía eléctrica e instrumental necesario para el procesamiento de las muestras (freezer, estufa, balanza de precisión, entre otros).

7.2 Alimentos

La RTM se formuló para obtener ganancias de peso diarias de 1,5 kg, de acuerdo a las recomendaciones del Committee on Nutrient Requirements of Beef Cattle, Board on Agriculture and Natural Resources (BCNRM, 2016), específico para producción de carne, que incluye trabajos con razas no carniceras tradicionales (Holando). Al inicio del experimento se determinó el consumo potencial, ofreciendo a los animales RTM *ad libitum* por 10 días en cantidades crecientes. Al momento que los animales comenzaron a rechazar parte de la RTM, dicho rechazo fue medido y se continuó ofreciendo la misma cantidad de alimento por 2 días más. Al no obtener rechazo, se tomó esa oferta de alimento como consumo potencial. Posteriormente, todos los novillos recibieron un período de 10 días de adaptación a la dieta y a las condiciones experimentales, al inicio del periodo experimental. Los resultados de consumo potencial obtenidos representaron el 3% del peso vivo de los animales, y se realizó un ajuste del consumo cada 14 días al pesar los animales.

Para el tratamiento E, los novillos permanecieron en el corral durante todo el experimento. En el mismo, los animales recibieron el 100% del consumo como RTM dividida en dos raciones diarias (am y pm, a las 08:30 y las 16:00). Esta dieta estaba conformada por un 70% de maíz, 15% de DDGS, 12% de heno y 3% de premezcla (Bovi mix, Nutral ®). Por otro lado, en el Tratamiento E+P, los animales tuvieron acceso a pastura fresca durante seis horas al día, comprendidas entre las 08:30 am y las 14:30 pm, en la parcela. La pastura estaba constituida por una mezcla de avena y raigrás, suministrada en forma de franjas diarias. La oferta de pastura para los novillos del tratamiento E+P fue calculada de manera de permitir un consumo de pastura de al menos un 40% de su consumo potencial. Por tanto, este grupo recibía el resto de su dieta en forma de RTM en una única ración diaria, en la tarde, luego del pastoreo (60% del consumo potencial).

Se caracterizó la pastura y la RTM (Tabla 1), a partir de análisis químicos de: MS: secado parcial (60°) (Association of Official Analytical Chemists, A.O.A.C., 2000; ID: 934.01), MS (secado total a 105°C; A.O.A.C., 2000; ID: 934.01), cenizas (A.O.A.C., 2000; ID: 942.05), proteína bruta (PB; A.O.A.C., 2000; ID: 954.01), EE (extracto

etéreo; método Goldfisch-Nielsen, 2003). y fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), mediante Robert y Van Soest (1981) y Mertens (2003).

Tabla 1. Composición química (base seca) de la RTM y pastura utilizadas en la alimentación de novillos Holando a lo largo del experimento.

	RTM	PASTURA
MS, %	92,2	15,4
CENIZA, %	4,2	8,1
MO, %	92,8	91,9
PB, %	16,4	18,7
FDN, %MS	17,4	41,3
FDA, %MS	9,1	24,9
EE, %MS	3,5	4,5

RTM= ración totalmente mezclada; Pasturas= compuestas por avena y raigrás; MS= materia seca; MO= materia orgánica; PB= proteína bruta; FDN= fibra neutro detergente; FDA= fibra ácido detergente; EE= extracto etéreo.

7.3 Mediciones

Se realizaron mediciones de variables productivas ante mortem y post mortem.

7.3.1 Mediciones ante mortem:

Se midió el peso vivo de los animales cada 14 días, durante los 100 días del experimento, siempre antes de la principal comida del día. Se utilizó una balanza Vesta 3503. Todos los animales de ambos tratamientos eran trasladados a las mangas para la pesada el mismo día, entre las 07:30 y las 08:30. Con el peso vivo y los días transcurridos entre una medición y la siguiente, se estimó la ganancia

diaria de peso. Según los datos obtenidos, se hizo un ajuste progresivo de la cantidad de kg de MS a ofrecer (ajuste dietario).

7.3.2 Mediciones post mortem:

Los animales fueron faenados al culminar los 100 días del experimento, independientemente del peso vivo y grado de terminación alcanzado por los animales de ambos tratamientos. El mismo día se trasladaron los animales al frigorífico Lorsinal S.A. donde fueron faenados al día siguiente. A nivel de frigorífico se midieron las siguientes variables:

- Carcasa. Clasificación y tipificación: se aplicó el Sistema Oficial de Clasificación y Tipificación de Carnes (I.N.A.C.U.R). El mismo clasifica en función de edad y sexo, y tipifica en función a la conformación y la terminación (0, 1, 2, 3, 4) con criterios homogéneos. (INAC, 1997). Se tomaron los datos que genera la División de Industria Animal (MGAP), organismo responsable.

Peso Canal caliente y rendimiento: se midió el peso vivo en pie, el peso de la canal caliente (PCC) y el rendimiento (cociente entre PCC y peso vivo)

- pH de la carne: se midió el grado de acidez de la carne con un peachímetro sobre la media carcasa, en el 11^{avo} espacio intervertebral torácico, a las 24 y 36 hs post faena.

A su vez, se tomaron muestras del músculo *Longissimus dorsi* de todos los animales, de ambos tratamientos. Se realizó la maduración de la muestra de cada corral a 4°C. Luego de la maduración, se quitó el vacío y se dejaron oxigenar las muestras entre 30 y 45 minutos, y se realizaron las siguientes mediciones en el Laboratorio de análisis químicos del IPAV:

- Color de la carne: Se midió con un colorímetro Minolta (modelo C-10). De acuerdo a la técnica descrita por Brito et al. (2004). Se realizaron tres mediciones del color de la carne, en tres lugares diferentes de la muestra.

- Color de la grasa: de forma similar, se determinó el color de la grasa en tres lugares diferentes de la muestra. Se midió con un colorímetro Minolta (modelo C-10).

Tanto para el color de la carne y de la grasa se utilizó el sistema de valoración L^* , a^* , b^* (CIELab, 1976), que indica una escala de color que puede ser usada para comparar y medir el color de cualquier objeto; el índice L^* indica luminosidad del color, sus valores van desde el blanco ($L^*=100$) hasta negro ($L^*=0$). El índice a^* implica los tonos rojos ($+a^*$) a verde ($-a^*$) mientras que el índice b^* , los tonos desde amarillo ($+b^*$) hasta azul ($-b^*$).

Las siguientes variables fueron determinadas en la Estación Experimental Mario Cassinoni, Paysandú, Departamento de Ciencias Veterinarias y Agrarias del CENUR Litoral Norte:

- Pérdidas por cocción. Luego de cada periodo de maduración, una sub muestra del músculo *longissimus dorsi* de cada animal, fue mantenida congelada a -20°C hasta su posterior análisis. Las muestras se descongelaron y se cocinaron en baño termostático hasta alcanzar una temperatura de 70°C (Brito et al., 2004). Se determinaron las pérdidas por cocinado como medida de capacidad de retención de agua. Se calculó como el porcentaje de pérdida de peso antes y después de la cocción (peso crudo - peso cocido / peso crudo), Feed (2009).

7.4 Análisis Estadístico

Los datos fueron sometidos inicialmente a un análisis para detectar valores atípicos y para comprobar la normalidad de los residuales mediante procedimientos univariados (PROC UNIVARIATE). Las variables que tenían una distribución normal, fueron analizadas a través de un modelo lineal mixto utilizando el procedimiento PROC MIXED de SAS® OnDemand for Academics (9.0; SAS Institute, Cary, NC, USA). Por su parte, las variables que no presentaron una distribución normal, se analizaron a través de un modelo lineal mixto generalizado

utilizando el procedimiento PROC GLIMMIX de SAS ® OnDemand for Academics (9.0; SAS Institute, Cary, NC, USA).

Para aquellas variables con mediciones repetidas en el tiempo (peso, ganancia de peso, pH de la carne), se consideraron los efectos fijos del tratamiento (E y E+P), la fecha y la interacción tratamiento por fecha, y como efecto aleatorio se consideró la unidad experimental, el animal. El peso vivo inicial fue incluido como co-variable. Para las variables medidas en una sola instancia, se consideró como efecto fijo el tratamiento y como efecto aleatorio el corral. Dentro de estas variables encontramos color de carne, color de grasa, terneza instrumental y pérdidas por cocción. Las medias de todos los parámetros evaluados fueron comparadas mediante el test de Tukey. Se aceptaron como diferencias significativas valores de $P \leq 0,05$ y como tendencia valores de $P > 0,05$ y $\leq 0,1$.

8. RESULTADOS

El PV y las GDPV promedio no fueron diferentes entre grupos, pero existió una interacción entre tratamiento y fecha en las GDPV ($P > 0,05$; Tabla 2). Las diferencias significativas se encontraron en los días 42 y 98 del experimento, siendo la GDPV mayor para los novillos del tratamiento E que para los de E+P al día 42 ($P = 0,019$), y mayor para los novillos E+P que para aquellos del tratamiento E al día 98 ($P = 0,0038$; Gráfico 1).

Tabla 2. Peso vivo promedio (kg), ganancia de peso (GDPV; kg/d) y peso vivo final (kg) para novillos Holando alimentados con ración totalmente mezclada (E, n = 15) y alimentados con ración totalmente mezclada más pasturas (E+P, n = 16).

	Tratamiento			P		
	E	E+P	Error Estándar	Trat	Fecha	Trat*Fecha
Peso Vivo (kg)	474,0	464,1	13,9	0,62	< 0,01	0,13
GDPV (kg/d)	1,46	1,38	0,06	0,37	< 0,01	< 0,01
Peso Vivo final (kg)	551,8	538,5	14,1	0,62	-	-

Tratamientos: E: novillos Holando alimentados con ración totalmente mezclada (RTM, n = 15); E+P: novillos Holando alimentados con RTM más pasturas (n = 16). P= diferencias significativas entre grupos. Las variables peso vivo y GDPV se midieron los días 14, 28, 42, 56, 70, 84 y 98 del experimento. La variable peso vivo final se determinó el día 98.

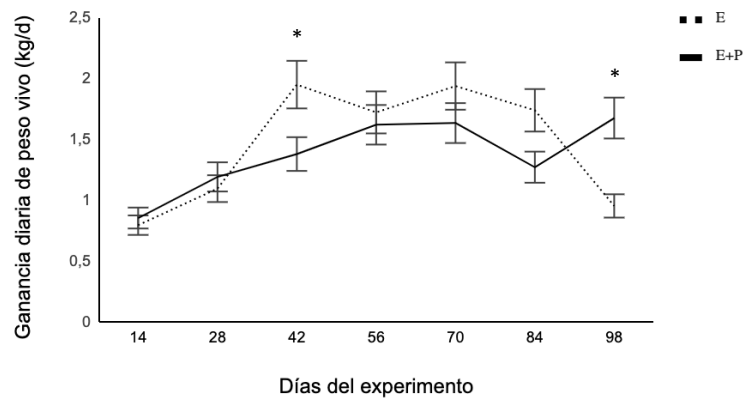


Gráfico 1. Ganancia de peso vivo (kg/d) para novillos Holando alimentados con ración totalmente mezclada (E, n = 16) y alimentados con ración totalmente mezclada más pasturas (E+P, n = 16).

Tratamientos: E: novillos Holando alimentados con ración totalmente mezclada (RTM, n = 16); E+P: novillos Holando alimentados con RTM más pasturas (n = 16), durante 100 días. P= diferencias significativas entre grupos. *: días en los que se observaron diferencias significativas.

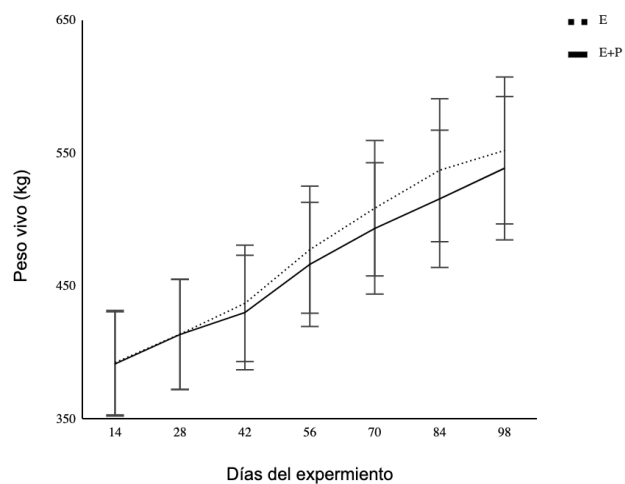


Gráfico 2. Evolución de peso vivo (kg) para novillos Holando alimentados con ración totalmente mezclada (E, n = 16) y alimentados con ración totalmente mezclada más pasturas (E+P, n = 16).

Tratamientos: E: novillos Holando alimentados con ración totalmente mezclada (RTM, n = 16); E+P: novillos Holando alimentados con RTM más pasturas (n = 16) durante 100 días.

En relación a la tipificación (I.N.A.C.U.R.), la conformación fue AA para 2 animales y CC para los restantes 29 animales. Además, 8 animales presentaron grado 1 de engrasamiento, mientras que 23 animales presentaron grado 2 de terminación. No

se observaron diferencias significativas entre tratamientos para clasificación y tipificación de carcasas ($P = 0,96$). Respecto al rendimiento y al pH de la canal (%) tampoco se observaron diferencias entre tratamientos, ni interacción tratamiento y fecha ($P > 0,05$; Tabla 3).

Tabla 3. Rendimiento de la canal en caliente (%) y pH para novillos Holando alimentados con ración totalmente mezclada (E, $n = 15$) y alimentados con ración totalmente mezclada más pasturas (E+P, $n = 16$).

	Tratamiento			P		
	E	E+P	Error Estándar	Trat	Fecha	Trat*Fecha
Rendimiento (%)	51,3	50,5	0,48	0,32	-	-
pH	5,5	5,5	0,03	0,12	0,68	0,87

Tratamientos: E: novillos Holando alimentados con ración totalmente mezclada (RTM, $n = 15$); E+P: novillos Holando alimentados con RTM más pasturas ($n = 16$) durante 100 días. P = diferencias significativas entre grupos. El pH se determinó a las 24 y 36 horas post faena.

La carne de los novillos del tratamiento E+P tendió a presentar mayores valores de L^* y a^* ($P = 0,09$; $P = 0,08$, respectivamente) y presentó mayores niveles de b^* en comparación a la carne de los novillos del tratamiento E ($P = 0,02$; Tabla 4). No existió efecto de la interacción tratamiento y fecha para ninguno de los tres parámetros (Tabla 4).

No se encontraron efectos debido al tratamiento ($P=0,16$) o a la fecha de maduración sobre el índice de rojo ni la luminosidad L^* de la grasa ($P = 0,46$), pero el índice de amarillo b^* fue mayor para la carne de los novillos del tratamiento E+P en comparación con el tratamiento E (Tabla 4). Los valores de terneza instrumental de la carne y las pérdidas por cocción no se vieron afectadas por los tratamientos ni por la interacción tratamiento y fecha (Tabla 4).

Tabla 4. Parámetros del color de la carne y color de la grasa (L^* , a^* , b^*), terneza instrumental de la carne, y pérdidas por cocción en novillos Holando alimentados con ración totalmente mezclada (E, $n = 15$) y alimentados con ración totalmente mezclada más pasturas (E+P, $n = 16$).

	Tratamiento			P	
	E	E+P	Error Estándar	Trat	Trat*Fecha
Color de la carne					
L*	34,3	35,8	0,57	0,09	0,79
a*	26,6	28,3	0,61	0,08	0,73
b*	13,7	14,7	0,25	0,02	0,34
Color de la grasa					
L*	57	55,8	0,61	0,16	0,46
a*	15,5	17	0,74	0,18	0,56
b*	17,6	22	0,37	<0,0001	0,62
Fuerza de corte (kgF)	2,81	2,48	0,73	0,56	0,96
Pérdidas por cocción (%)	0,18	0,2	0,04	0,93	0,97

Color de la carne y color de la grasa, medidos con un colorímetro Minolta (modelo C-10) al momento de faena y a los 10 y 20 días post mortem. Se utilizó el sistema de valoración L^* , a^* , b^* (CIE, 1976). El parámetro L indica luminosidad del color, sus valores van desde el blanco ($L^*=100$) hasta negro ($L^*=0$). La medida a^* implica los tonos rojos ($+a^*$) a verde ($-a^*$) mientras que el b^* , los tonos desde amarillo ($+b^*$) hasta azul ($-b^*$). Fuerza de corte (kgf) medida con una cizalla y con un texturómetro Instron 3342 expresando el resultado en kg fuerza. P = diferencias significativas entre grupos.

9. DISCUSIÓN

En acuerdo con la hipótesis planteada, en el presente trabajo se observó que la inclusión de pasturas en una dieta de terminación a corral de novillos Holando no afectó de forma negativa el desempeño de los animales en cuanto a evolución de peso, GDPV, clasificación, tipificación y rendimiento de la canal, ni en relación a las características de la canal. Sin embargo, en contraposición a lo esperado, no se observaron diferencias entre tratamientos sobre la mayor parte de los aspectos vinculados a la calidad de la canal y la carne, si bien se observó un mayor grado de amarillo de la carne y de la grasa en aquellos novillos bajo el tratamiento E+P.

De acuerdo con la bibliografía consultada, no existen antecedentes que evalúen la combinación de pasturas y RTM en novillos a terminación, por tanto, se discutirán los resultados en base a trabajos que evaluaron la utilización de dietas en base a pasturas en contraposición con RTM o concentrados, de forma separada. A diferencia del presente estudio, en la mayoría de ellos, la base de la dieta era la pastura. Ponte et al. (2020) trabajaron con animales alimentados con pasturas y suplementación vs RTM (corral), y reportaron que aquellos novillos terminados a corral pesaron más y tuvieron mayores GDPV que aquellos terminados en pasturas con suplementación, lo cual difiere de nuestros resultados. A diferencia de nuestro experimento, el tratamiento con pasturas no incluía RTM, sino que únicamente concentrado, y los animales fueron faenados de acuerdo al grado de terminación a diferentes días. Por su parte, Arrieta et al. (2008), estudiaron el impacto de la

suplementación sobre pasturas naturales para novillos Hereford y Braford, encontrando que la suplementación durante la recría tuvo efecto positivo sobre el crecimiento, desarrollo y peso vivo de los mismos a la terminación, así como también la raza y el tipo y nivel de alimentación, produjeron efectos positivos sobre el peso de la canal caliente y en el rendimiento carnicero. A diferencia del presente trabajo en el que no se observaron diferencias entre tratamientos para rendimiento de la canal. Gutiérrez, Vázquez, Torrentera, Calderón, Álvarez y Zinn (2017), estudiaron el efecto de la suplementación proteica y energética sobre la ganancia de peso en novillos Holstein y cruza consumiendo *Cynodon dactylon*, observando que no existieron diferencias de GDPV entre tratamientos los primeros 60 días, pero sí se obtuvo diferencia a favor de los novillos suplementados a los 98 días. Por su parte, Damonte Acquarone, Irazábal Dabezies, Reinante Brusa, Shaw (2004), observaron el efecto de la suplementación y asignación de forraje sobre la performance, calidad de la carne y de la canal en novillos Hereford, concluyendo que la suplementación produjo un aumento en el consumo total de MS. Así mismo, tanto los novillos bajo el tratamiento suplementación como aquellos con asignación de forraje, aumentaron el rendimiento y la cantidad de carne obtenida. Por otro lado, se vio una mejor terminación en los animales con menor intensidad de pastoreo. Por tanto, si bien en la mayor parte de los estudios evaluados la utilización de dietas 100% RTM mejoró los resultados obtenidos, dichos trabajos no incluyeron el uso de RTM más pasturas.

Si bien en la presente tesis no existieron diferencias en GDPV y peso vivo promedio a lo largo del experimento, se evidenció una mayor GDPV en el día 42 para el tratamiento E, mientras que en el día 98 la GDPV fue mayor para el tratamiento E+P. En este sentido, es posible especular que los factores ligados al ambiente pudieron influir en estos resultados, ya que, en torno al día 42 del estudio, se registró una intensa lluvia (56 mm totales), lo cual determinó que los animales no salieran a pastorear el horario completo por algunos días. Por tanto, es de esperar que los novillos E+P presentaran un menor consumo de pastura y en consecuencia un menor consumo total de MS, lo que pudo repercutir negativamente en las GDPV del periodo. En relación a las diferencias observadas a favor del grupo E+P en el día

98, podría deberse a un mayor consumo de MS total, debido a mayor disponibilidad de MS proveniente de la pastura, ya que la RTM era limitada. Por otro lado, si bien la evolución de peso vivo entre tratamientos no fue significativamente diferente, la misma fue mayor numéricamente para los animales del tratamiento E a partir del día 42 del experimento en comparación con los novillos del tratamiento E+P. Por tanto, en futuros estudios sería deseable evaluar este parámetro con un mayor número de animales, ya que el resultado podría dar diferencia entre tratamientos.

Por su parte, Realini, Duckett, Brito, Dalla Rizza, De Mattos (2004) en un trabajo compararon dos dietas de terminación (pasturas vs. concentrados) en novillos Hereford, observando que las carcasas de animales terminados en base a concentrados fueron más pesadas que las de aquellos novillos terminados sobre pasturas, indicando mejor conformación de carcasas y mayor terminación en aquellos novillos terminados en base a concentrados. En ese sentido, en el presente trabajo, ambos tratamientos tenían oferta de RTM, a diferencia de dicho estudio en el que uno de los tratamientos era solamente pasturas. Duckett et al. (2013) evaluaron en un trabajo de 3 años, el efecto de la terminación con concentrados en contrapartida con una terminación sobre 3 tipos de forrajes, concluyendo que novillos terminados con concentrados tuvieron mayores GDPV y mayor porcentaje de grasa subcutánea que aquellos terminados sobre pasturas. En el presente trabajo, no se observaron diferencias entre tratamientos respecto al rendimiento, lo que supone un mismo grado de engrasamiento, esperable debido a que no se esperaban diferencias en la composición de la dieta total que consumen los novillos. Si bien no existen antecedentes de la alimentación en base a pasturas + RTM para la terminación de novillos, existen trabajos que plantean alternativas de dietas RTM en combinación con pasturas en vacas lecheras. Santana (2012) observó en vaquillonas alimentadas con RTM más 6 horas de pasturas, una tendencia a aumentar el consumo de % de materia seca (MS) y nutrientes respecto a las que consumían el 100% de la dieta como RTM. Asimismo, Mendoza et al. (2016), concluyeron que más de 4 horas de ingreso a pastoreo combinado con una dieta RTM en vacas lecheras, redujo los niveles de consumo de energía, sin tener efecto negativo sobre la digestión, utilización de nutrientes y producción de leche. En forma

similar, Pastorini et al. (2019), reportaron que la inclusión de un 25% de pasturas en una dieta RTM de vacas lecheras no afectó de forma negativa la producción de leche ni el consumo de MS. En el presente trabajo se calculó la dieta E+P según el consumo potencial de cada animal, del cual el 60% se administró en forma de RTM (limitado), por tanto, se asume que el 40% restante se consumió en la cosecha de pasto, pero dicho consumo de pasto no fue medido, sino estimado (datos en procesamiento). Debido a que la oferta de concentrado era limitada, es posible especular que los novillos bajo el tratamiento E+P tuvieron un consumo igual o mayor al 40% del consumo total de MS en forma de pastura. Por tanto, los resultados obtenidos en esta tesis coinciden con los trabajos realizados en vacas lecheras, que no encontraron efectos negativos de la incorporación de pastura en dietas RTM sobre el desempeño productivo animal, en este caso evaluado a través del peso vivo y las GDPV.

Como fuera mencionado, en el presente estudio se encontraron mínimas diferencias entre tratamientos en las variables relacionadas a la calidad de la canal y de la carne. En forma similar, Vignale (2015), estudió el efecto de la edad, el sexo y la dieta de terminación sobre calidad de la carne y de la canal, en animales terminados en feedlot vs pasturas, sin encontrar diferencias en peso de la canal. Sin embargo, en dicho estudio se encontró un mayor pH de la carne en aquellos novillos terminados en pasturas. A su vez, la coloración de la carne fue más roja pero menos luminosa en novillos terminados a pasto, en comparación a los terminados en feedlot. Las diferencias relacionadas al pH de la carne se debieron a mayores distancias recorridas en el transporte previo a la faena y también podrían haber afectado el pH el tiempo de espera previo al sacrificio. En contraparte con dichos autores, en este trabajo no se observaron diferencias entre tratamientos para el pH de la carne, lo cual puede deberse a varias causas, entre ellas que los animales de este experimento fueron llevados desde y hacia el mismo lugar, en las mismas condiciones de transporte, espera previo a faena, además de que la dieta que se estudió incluye un 40% y no un 100% de pasturas, lo que podría determinar que novillos de ambos tratamientos contaran con similares cantidades de glucógeno en músculo.

El color de la carne de los novillos alimentados con pasturas + RTM tuvo una tendencia a presentar mayor luminosidad e índice de rojo en comparación con la carne de novillos alimentados 100% RTM, en contraposición a lo reportado por Realini et al. (2004) quienes vieron que aquellos animales terminados en pasturas presentaban valores de L^* más bajos. Sin embargo, ambos estudios coinciden en los resultados relacionados al valor de a^* , que fueron más elevados para los animales con pasturas en su dieta. En ese sentido, los animales terminados a pastura podrían presentar mayor concentración de mioglobina a causa del mayor ejercicio que se generaría por el desplazamiento y cosecha de la pastura (Mgnale, 2015).

En el presente trabajo también se encontraron diferencia entre tratamientos sobre el índice de amarillos de la carne (b^*), siendo la carne de los novillos del tratamiento E+P la que presentó un mejor resultado de dichos atributos, no teniendo efecto la fecha de maduración sobre este parámetro del color de la carne. Por su parte, Realini et al. (2004) concluyeron que el índice de amarillo y de enrojecimiento no fueron afectados por la alimentación de los novillos pre faena, al igual que lo observado por Duckett et al (2013), lo cual difiere de los resultados del presente trabajo. Las diferencias entre estudios podrían atribuirse a la diferente composición de las dietas: tanto el maíz (parte de la RTM) como las pasturas tienen alta proporción de carotenoides y xantofilas, las que generan coloraciones amarillas y naranjas en la grasa de la carne (Priolo et al., 2001; Realini et al., 2004). En este caso, es de esperar que las diferencias encontradas se relacionen con el contenido de dichos pigmentos en la pastura, que era el componente diferencial de las dietas y debido, además, a que dichos pigmentos se encuentran en mayor proporción en las hojas.

El 72% de los novillos del presente estudio lograron el grado 2 de terminación, sin diferencias entre tratamientos, lo cual era esperable ya que no se esperaban diferencias en la composición de la dieta total. Por su parte, Blumetto et al. (2015), evaluaron el rendimiento en faena de novillos y toros Holando con libre disponibilidad de fardo de alfalfa, maíz quebrado y ración comercial de engorde,

observando que el 97% de las canales de los novillos llegaron al grado 2 de terminación, al mismo tiempo que tuvieron mejor luminosidad y color de la carne (L^* y a^*), no encontrando diferencias en la terneza de la carne. En los estudios mencionados, las pérdidas por cocción presentaron diferencias entre categorías animales, siendo menor para toros en relación a los novillos, mientras que en el presente trabajo se utilizó una sola categoría animal, lo que probablemente explique los resultados obtenidos.

En el presente estudio, la terneza de la carne de los novillos no presentó diferencias entre tratamientos ni entre las fechas de maduración, y sus valores se encontraron en el entorno de los valores registrados previamente en novillos Holando (Blumetto et al., 2015). La ausencia de diferencias entre tratamientos coincide con lo reportado por Arrieta et al. (2008) y Realini et al. (2004), al igual que lo observado por Duckett et al. (2013). Los principales factores que determinan la terneza de la carne están relacionados con la edad, sistema de producción, sexo, manejo previo a la faena. Este resultado podría explicarse debido a que tanto la especie, raza, sexo, edad, descenso de pH de la carne y tratamiento post mortem de las muestras fueron iguales para ambos tratamientos, todos factores que tienen implicancia sobre la terneza instrumental. Si bien era de esperar que la mayor proporción de concentrado en la dieta de los novillos alimentados 100% con RTM influyera sobre las GDPV y en consecuencia sobre la velocidad de crecimiento de los animales, no existieron diferencias en las GDPV entre tratamientos.

10. CONCLUSIONES

La inclusión de un 40% de pasturas fresca en una dieta de terminación de novillos Holando no afectó negativamente el desempeño productivo respecto a evolución de peso vivo, GDPV y rendimiento de la carcasa, ni tampoco determinó diferencias en la clasificación y tipificación de carcasas, pH de la carne, terneza ni pérdidas por cocción, en comparación a los novillos alimentados con una dieta 100% RTM.

Se encontraron diferencias en la coloración de la carne y de la grasa, siendo mayor el índice de amarillo (b*) en los novillos alimentados con pasturas + RTM, en comparación a los novillos alimentación con 100% RTM, lo cual podría ser atribuido a una mayor proporción de componentes de los pigmentos en las hojas de la pastura.

11. IMPLICANCIAS

Es posible incorporar un 40% de pastura en dietas de novillos Holando en terminación en base a RTM, obteniendo ganancias de peso vivo, rendimientos y clasificaciones de carcasas similares a los animales terminados únicamente con RTM, lo cual permitiría disminuir los costos de producción de carne, manteniendo los estándares de calidad de la canal y la carne.

12. BIBLIOGRAFÍA

- Adrien L. M. (2010). *Regulación nutricional del estado corporal al inicio del período de transición en vacas lecheras en condiciones de pastoreo: Efectos sobre producción de leche, reinicio de la ciclicidad ovárica posparto y parámetros metabólicos* (Tesis de Maestría). Facultad de Veterinaria, UDELAR, Montevideo.
- Albertí, P., y Ripoll, P. (2010). Los pigmentos de la carne y factores que afectan su color. En G. Bianchi y O. Feed (Eds.), *Introducción a la Ciencia de la Carne* (pp. 115-128). Montevideo: Hemisferio Sur.
- Ainslie, S.J., Fox, D. G., Perry, T. C., Ketchen, D. J., y Barry, M. C. (1992). Predicting amino acid adequacy of diets fed to Holstein steers. *Journal of Animal Science*, 71(5), 1312-1319.
- Arrieta, G., Lagomarsino, X., Olivera, J., y Trindade, G. (2008). *Incidencia de diferentes dietas sobre el crecimiento animal, el rendimiento carnicero y la calidad de la carne*. (Tesis de grado). Facultad de Agronomía, UDELAR, Montevideo.
- Association of Official Analytical Chemists. (2000). *Official Methods of analysis* (17^a ed.). Arlington: AOAC.
- Baldi, F., Banchemo, G., La Manna, A., Fernandez, E., y Perez, E. (2010). Efecto del manejo nutricional post-destete y durante el período de terminación sobre las características de crecimiento y eficiencia de conversión en sistemas de recría y engorde intensivo. En *Jornada de Invernada Intensiva. Producción de carne desde una invernada de precisión* (pp. 1-13). Colonia: INIA La Estanzuela.

Bargo, F., Muller, L. D., Delahoy, J. E., y Cassidy, T. W. (2002). Performance of high producing dairy cows with three different feeding systems combining pasture and total mixed rations. *Journal of Dairy Science*, 85(11), 2948-2963.

Bargo, F., Muller, L. D., Varga, G. A., Delahoy, J. E., y Cassidy, T. W. (2002). Ruminant digestion and fermentation of high-producing dairy cows with three different feeding systems combining pasture and total mixed rations. *Journal of Dairy Science*, 85 (11), 2964-2973.

Bavera, G. A. (2011). *Razas bovinas y bufalinas de la Argentina*. Río Cuarto: Imberti-Bavera.

Blumetto, O., Ruggia, A., y Britto, G. (2015). Engorde de machos Holando, ¿es posible alcanzar la terminación tipo 2?. *Revista INIA*, (41), 4.

Brito, G. (2005). *Diferenciación y valorización de las carnes bovinas y ovinas del Uruguay a partir de su caracterización nutricional y su influencia en la salud humana y la conservación del producto*. INIA Tacuarembó. Recuperado de <http://www.innova-uy.info/docs/presentaciones/20050929/2005DOCGustavoBrito.pdf>

Código de campo cambiado

Brito, G., Pringle, D., San Julián, R., y Montossi F. (2004). Predicting and segregating beef tenderness among uruguayan steer carcasses under commercial conditions using postmortem carcass traits, pH, temperature and colorimeter readings. En *50th International Congress of Meat Science and Technology*, Helsinki, Finland. Recuperado de https://digicomst.ie/wp-content/uploads/2020/05/2004_02_10.pdf

Código de campo cambiado

Bruno, J. J., Gange, J. M., Seró, C., Vittone, S., Otero, G., Monje, A., y Geraci, J. (2009). *Experiencia de engorde de terneros macho Holando*. Concepción del Uruguay. EEA INTA.

Cajarville, C., Aguerre, M., Santana, A., y Repetto J. L. (2011). La nutrición en los sistemas intensivos de producción de carne bovina. En *Jornada Uruguaya de Buiatría* (Vol. XXXIX). Paysandú: Centro Médico Veterinario de Paysandú. Recuperado de <https://bibliotecadigital.fvet.edu.uy/handle/123456789/762?show=full>

Chalkling, D. J. (2004). Producción de carne bovina: engorde intensivo (engorde a corral - feedlot). En INIA, Jornada de jóvenes, Prado. Recuperado de <http://www.inia.org.uy/prado/2004/engorde%20a%20corral.htm>

Código de campo cambiado

Chaudhry, A. (2008). Forage based animal production systems and sustainability, an invited keynote. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 37(Supl. Esp.), 78-84.

Committee on Nutrient Requirements of Beef Cattle, Board on Agriculture and Natural Resources. (2016). *Nutrient Requirements of Beef Cattle* (8^a ed.). Washington: National Academies.

Cuadro, F., y Prieto, D. (2012). *Alternativas tecnológicas ante y post mortem para mejorar la ternera de la carne en novillos Holando* (Tesis de grado). Facultad de Veterinaria, UDELAR, Montevideo.

Damonte Acquarone, I., Irazábal Dabiez, G., Reinante Brusa, R., y Shaw, M. (2004). *Efecto de la asignación de forraje y de la suplementación con grano de maíz entero o molido sobre la performance de novillos Hereford pastoreando verdeos durante el otoño* (Tesis de grado). Facultad de Agronomía, UDELAR, Montevideo.

Dillon, P. (2006). Achieving high dry-matter intake from pasture with grazing dairy cows. En A. Elgersma, J. Dijkstra y S. Tamminga (Eds.), *Fresh Herbage for Dairy Cattle*. Amsterdam: Springer. Recuperado de <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKewji7KrwNb7AhV3rJUCHcnEAysQFnoECAwQAQ&url=https%3A%2F%2Fedepot.wur.nl%2F137024&usg=AOvWaw3tZ6F8l6e7v-vcKgdGqsdP>

Duckett S. K., Neel, J.P., Lewis, R. M., Fontenot, J. P., y Clapham, W.M. (2013). Effects of Forage Species or Concentrate Finishing on Animal Performance, Carcass and Meat Quality. *Animal Science*, 91, 1454-1467.

Elgersma, A. (2008). Farmers' perspectives for forage-based dairy production. A Review. En A. Hopkins, T. Gustafsson, J. Bertilsson, G. Dalin, N. Nilsdotter-Linde, y E. Spörndly, (Eds.), *Biodiversity and Animal Feed Future Challenges for Grassland Production* (pp. 801-803). Uppsala: SLU.

Esterhuizen, J., Groenwald, I. B., Strydom, D., y Hugo, A. (2008). The performance and meat quality of Bonsmara steers raised in a feedlot, on conventional pastures or on organic pastures. *South African Journal of Animal Science*, 38, 303-314.

Estrada, S. (2010). *Manejo productivo de un sistema intensivo de engorde bovino "Feedlot" en la hacienda Meyer Ranch (Dakota del Norte, Estados Unidos)* (Tesis Industrial Pecuario). Facultad de Ciencias Administrativas y Agropecuarias, Industrias Pecuaras, Caldas. Recuperado de http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/364/1/Manejo_productivo_feedlot_Estados_Unidos.pdf

Código de campo cambiado

Feed, O. (2009). Metodología para la evaluación de las características cualitativas de la canal y de la carne, calidad de la canal bovina. En G. Bianchi, y O.D. Feed, *Introducción a la ciencia de la carne* (pp. 181-214). Montevideo: Hemisferio Sur.

Franco, J., Feed, O., Aguilar, I., Gimeno, D., y Navajas E. (2002). *Actualización Técnica en Cruzamientos Bovinos. ¿Afectamos la calidad del producto al cruzar? Calidad de la carne: pH y terneza*. Tacuarembó: INIA. Recuperado de <http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/111219210807163619.pdf>

Código de campo cambiado

Garin, D., Machado, A., y Rinaldi, C. (1993). *Performance de novillos Holando bajo distintas presiones de pastoreo en campo natural con Lotus corniculatus en cobertura* (Tesis de grado). Facultad de Agronomía, UDELAR, Montevideo.

Gill, M. (1979). The principles and practice of feeding ruminants on complete diets. *Grass and Forage Science*, 34, 155-161.

Gonnet, S., y Morales, M. N. (2015). *Inclusión de forraje fresco de una pastura de alta calidad en una dieta compuesta por niveles decrecientes de ración totalmente mezclada: efectos sobre la síntesis de proteína microbiana en corderos* (Tesis de grado). Facultad de Veterinaria, UDELAR, Montevideo.

González, C., y Astiz, C. (2008). *Aspectos estratégicos para obtener carne ovina de calidad en el cono sur americano*. Tandil: Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Recuperado de https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_ovina/produccion_ovina_carne/146-carne.pdf

Código de campo cambiado

Gutiérrez, N.B., Vázquez, M.E., Torrentera, O.N, Calderón, M.D., Álvarez, A.E, y Zinn, R.A. (2017). Suplementación proteica o energética en novillos bajo pastoreo de Zacate Bermuda durante el verano. En *XXVI Producción de carne y leche en climas cálidos: Reunión Internacional*. Universidad Autónoma de Baja California, Mexicali. Recuperado de <https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/suplementacion-proteica-energetica-novillos-t39943.htm>

Código de campo cambiado

Instituto Nacional de Carnes. (1997). *Sistema de clasificación y tipificación de carne vacuna*. Recuperado de <https://www.inac.uy/innovaportal/v1776/6/innova.front/clasificacion-y-tipificacion-carne-vacuna>

Código de campo cambiado

Instituto Nacional de Carnes. (2012). *Algunas definiciones prácticas. Dirección de Control y Desarrollo de Calidad*. Recuperado de https://www.inac.uy/innovaportal/file/6351/1/algunas_definiciones_practicas.pdf

Código de campo cambiado

Instituto Nacional de Carnes. (2018). *Anuario estadístico*. Recuperado de https://www.inac.uy/innovaportal/file/17271/1/anuario-estadistico-2018_web.pdf

Código de campo cambiado

Latimori, N., Kloster, A., Carduza, F., Vissani, R., y Garis, M. (2016). *Efectos del plano nutricional durante la recría sobre el desempeño productivo de novillos Holando Argentino*. Córdoba: INTA.

Marra, L. I. (2011). *Terminación intensiva de novillitos holando argentino* (Tesis de grado). Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Católica Argentina. Recuperado de <http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/tesis/terminacion-intensiva-novillitos-holando-argentino.pdf>

Código de campo cambiado

Mendoza, A., Cajarville, C., Santana, A., y Repetto, J. L. (2011). ¿Hacia una nueva forma de pensar la alimentación de las vacas lecheras? La inserción del confinamiento en los sistemas pastoriles de producción de leche. En Centro Médico Veterinario de Paysandú (Ed.), *Jornada Uruguaya de Buiatría* (Vol. XXXIX). Paysandú. Centro Médico Veterinario de Paysandú. Recuperado de <http://dspace.fvet.edu.uy:8080/xmlui/handle/123456789/765>

Código de campo cambiado

Mendoza, A., Cajarville, C., y Repetto, J. L. (2016). Digestive response of dairy cows fed diets combining fresh forage with a total mixed ration. *Journal of Dairy Science*, 99(11), 8779–8789.

Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. (2019). *Anuario Estadístico Agropecuario*. Montevideo: DIEA. Recuperado de <https://descargas.mgap.gub.uy/DIEA/Anuarios/Anuario2019/Anuario2019.pdf>

Código de campo cambiado

Mora Izaguirre, O., y Shimada Miyasaka, A. (2020). Causas del color amarillo de la grasa de canales de bovinos finalizados en pastoreo. *Veterinaria México OA*, 7(3), 926.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2018). *El futuro de la alimentación y la agricultura: Vías alternativas hacia el 2050* (Versión resumida). Roma: FAO.

Page, J.K., Wulf D.M., y Schwotzer, T.R. (2001). A survey of beef muscle color and pH. *Journal of Animal Science*, 79(3), 678-687.

- Pastorini, M., Pomiés, N., Repetto, J. L., Mendoza, A, y Cajarville, C. (2019). Productive performance and digestive response of dairy cows fed different diets combining a total mixed ration and fresh forage. *Journal of Dairy Science*, 102(5), 4118-4130.
- Pérez, L. (2007). La producción de carne de animales Holando en Uruguay. En XI *Congreso Holstein de las Américas*, Colonia, Uruguay.
- Ponte, J., y Shaw, M. del P. (2020). *Evaluación de calidad de canal y carne de novillos Hereford terminados a corral* (Tesis de grado). Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de la Empresa, Montevideo.
- Pordomingo, A. J. (2003). *Suplementación con granos a bovinos en pastoreo*. INTA Anguil, La Pampa. Recuperado de https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion/67-suplementacion_con_granos_en_pastoreo.pdf
- Priolo, A., Micol, D., y Agabriel, J. (2001). Effects of grass feeding systems on ruminant meat colour and flavour. A review. *Animal Research*, 50(3), 185-200.
- Priore, E. B. (2010). *Identificación y jerarquización de factores y decisiones en la cadena cárnica que inciden sobre el ph de la carne vacuna* (Tesis de maestría). Facultad de Agronomía, UDELAR, Montevideo.
- Ramírez-Barboza, J. I., Valverde-Abarca, A, y Rojas-Bourrillón, A. (2017). Efecto de raza y niveles de energía en la finalización de novillos en pastoreo. *Agronomía Mesoamericana (Universidad de Costa Rica)*, 28(1), 43-57.
- Realini, C. E., Duckett, S. K., Brito, G. W., Dalla Rizza, M., y De Mattos. D. (2004). Effect of pasture vs. concentrate feeding with or without antioxidants on carcass characteristics, fatty acid composition, and quality of Uruguayan beef. *Meat Science*, 66, 568- 577.

Código de campo cambiado

Ritter, C., Hötzel, M. J., y Von Keyserlingk, M. A. G. (2022). Public attitudes toward different management scenarios for “surplus” dairy calves. *Journal of Animal Science*, 105 (7), 5909-5925.

Robert, S., Santangelo, F., Albornoz, I., y Dana, G. (2009). Estructura del feedlot en Argentina - Nivel de asociación entre la producción bovina a corral y los 40 titulares de faena. Recuperado de https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKewjwya2cy9b7AhX9p5UCHesaBIsQFnoECAsQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.produccion-animal.com.ar%2Finformacion_tecnica%2Finvernada_o_engorde_a_corral_o_feedlot%2F141-estructura_feedlot.pdf&usg=AOwVaw2QyaCHRkRciDVxfWQiDOmG

Código de campo cambiado

Saadoun, A., y Cabrera, M.C. (2013). Calidad nutricional de la carne bovina producida en Uruguay. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, 21(2), 119-130.

Santana, A. (2012). *Inclusión de pastura templada en una dieta completa totalmente mezclada en vaquillonas. Efectos Sobre el Consumo, el Aprovechamiento Digestivo y Metabólico de los Nutrientes* (Tesis de Maestría). Facultad de Veterinaria, UDELAR, Montevideo.

Schaefer, D.M. (2005). *Yield and quality of Holstein beef*. Recuperado de https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKewjXluzOy9b7AhXvqZUCHfmYBEgQFnoECAkQAQ&url=https%3A%2F%2Fextension.wisc.edu%2Fwbic%2Ffiles%2F2010%2F11%2FYield-and-Quality-of-Holstein-Beef.pdf&usg=AOwVaw1aBVflSUe5Kfffl6_HnxOo

Código de campo cambiado

Serrano E., Humada, M., y Maestro, M. (2012). *Manejo Pre y Post Sacrificio: Influencia sobre la Calidad de la Carne de Vacuno. Centro de investigación y formación agrarias. Cantabria*. Recuperado de https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/carne_y_subproductos/197-manual_carne.pdf

Código de campo cambiado

Simeone, A., Beretta, V., Franco, J., y Baldi, F. (2004). Manejo nutricional en ganado de carne. En *Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne*. Facultad de Agronomía, Paysandú.

Soares de Lima, J. M., y Montossi, F. (2010). Años muy buenos, años muy malos: El rol de la suplementación en sistemas ganaderos extensivos en un contexto de alta variabilidad climática y de producción de forraje. *Revista INIA*, (22), 16-20.

Soca, P. M., Cabrera, M. R., y Bruni, M. A. (2007). Nivel de suplementación, ganancia de peso vivo y conducta de vacunos en crecimiento bajo pastoreo de campo natural. *Revista Agrociencia*, 6(1), 1-10.

Tarrant, P. V. (1989). Animal Behaviour and Environment in the Dark-Cutting Condition in Beef - A Review. *Irish Journal of Food Science and Technology*, 13(1), 1-21.

Uruguay XXI. (2016). *Informe de oportunidades de inversión: Agronegocios*. Recuperado de http://www.camaramercantil.com.uy/uploads/cms_news_docs/Informe-Agronegocios-Diciembre-2016-Uruguay-XXI.pdf

Código de campo cambiado

Uruguay Presidencia. (2021). *Exportaciones cárnicas alcanzaron en 2021 a 530.000 toneladas y 2.300 millones de dólares*. Recuperado de <https://www.gub.uy/presidencia/comunicacion/noticias/exportaciones-carnicas-alcanzaron-2021-530000-toneladas-2300-millones-dolares>

Código de campo cambiado

Van Soest, P. J., Robertson, J.B., y Lewis, B. A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74, 3583-3597.

Vignale Centanino, I. (2015). *Parámetros de calidad de la carne y la canal en ganado Aberdeen Angus del Uruguay* (Tesis de grado). Facultad de Veterinaria, UDELAR, Montevideo.

Wulf, D., O'Connor, S., Tatum, J., y Smith, G. (1997). Using objective measures of muscle color to predict beef Longissimus tenderness. *Journal of Animal Science*, 5(3), 684-692.