

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA  
FACULTAD DE VETERINARIA**

**IMPACTO DE LAS DIFERENTES ALTERNATIVAS FORRAJERAS SOBRE  
LA CALIDAD DE LA CARNE EN INVERNADA DE VACAS**

**por**

Santiago ANDRÉ VIOLA  
Juan Martín BOGGIO NEGRIN  
María Victoria GOÑI DE LEÓN

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

MODALIDAD: Ensayo Experimental

**PAYSANDÚ  
URUGUAY**

2019

**PÁGINA DE APROBACIÓN**

Tesis de grado aprobada por:

Presidente

de

mesa:

\_\_\_\_\_

Javier García

Segundo

miembro

(Tutor):

\_\_\_\_\_

Juan Franco

Tercer

miembro:

Casal

Alberto

Cuarto miembro (Co-tutor):

\_\_\_\_\_

Rafael Delpiazzo

Fecha: \_\_\_\_\_

Autores:

\_\_\_\_\_  
Santiago André Viola

\_\_\_\_\_ Juan Martín Boggio Negrin

\_\_\_\_\_ María Victoria Goñi de León

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar, queremos agradecer a familiares y amigos, por el apoyo brindado y por habernos acompañado en este proceso de aprendizaje.

A nuestros tutores Juan Franco y Rafael Delpiazzo por su constante predisposición, por la gran ayuda brindada, y por los conocimientos aportados. A Ramiro Zanoniani quien nos guió en el área pastoril y fue una ayuda fundamental para llevar a cabo nuestra tesis de grado.

A Facultad de Veterinaria, a todo el personal de la EEMAC y a todos aquellos que de una manera u otra estuvieron durante este proceso.

## TABLA DE CONTENIDO

Páginas

## LISTA DE CUADROS, FIGURAS Y GRÁFICOS

Páginas

## RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar el efecto de las diferentes alternativas forrajeras sobre la calidad de la carne en vacas de biotipo carnícano. El experimento fue realizado en la Estación Experimental Mario A. Cassinoni (EEMAC), Facultad de Agronomía (Udelar), en el litoral norte de Uruguay, en el departamento de Paysandú, kilómetro 363 de la Ruta 3. Se utilizaron 48 bovinos Hereford, vaquillonas y vacas, con un peso promedio de  $412 \pm 3.8$  kg. Los animales se estratificaron por peso, edad y condición corporal y fueron asignados a tres tratamientos, con dos repeticiones para cada tratamiento. Los utilizados fueron: CAMPO NATURAL (CN) (20 has), VERDEO de *Raigrás Winter Star* (V) (8 has), y PRADERA (P) compuesta por *Festuca arundinacea*, *Trifolium pratense* y *Lotus corniculatus* (8 has). Se registró peso de la canal caliente, rendimiento canal, espesor de grasa subcutánea. En las variables de calidad de la carne se tomaron muestras para color, terneza en cuatro tiempos de maduración (día 0, 7, 14, 21), y composición de ácidos grasos del músculo *Longissimus dorsi*. La terminación de vacas en VERDEO y PRADERA logró una mayor velocidad de crecimiento (1.181 kg/d, 1.141 kg/d vs 0.366 kg/d) ( $p < 0.0001$ ), mejores valores de engrasamiento de la canal (18 mm, 17 mm vs 9.5 mm) ( $p < 0.001$ ) y fundamentalmente una carne más tierna en relación con las de CAMPO NATURAL. Las vacas provenientes de CAMPO NATURAL necesitaron una maduración de 14 días para alcanzar valores aceptables de terneza (<4,5 kg), para las de PRADERAS serían suficientes 7 días mientras la de VERDEOS a las 72 h de la faena se lograron valores correspondientes a una carne tierna. No se evidenció diferencias significativas en Ácidos grasos saturados y mono insaturados para las distintas alternativas forrajeras. Las vacas terminadas sobre CAMPO NATURAL lograron mayores valores de ácidos grasos poliinsaturados, generando mejores relaciones PI/S,

presentando todas las alternativas forrajeras una relación de ácidos grasos n6/n3 menores a 4.

## **SUMMARY**

The aim of this work is to evaluate the effect of different forage alternatives on the meat quality of Hereford Cows. The experiment took place at Mario A. Cassinoni Experimental Station (EEMAC), Agronomy School (Udelar), which is located on route 3, kilometer 363 on the northern coast, in Paysandu, Uruguay. To gather the needed information to compare with we chose forty-eight Hereford cattle, which includes heifers and cows, with an average weight of  $412 \pm 3.8$  kg. The animals were classified by weight, age, and body condition. Once they had been split into three different groups by the specifications mentioned before they were assigned into a specific food plan for each group. The first group was grass-fed (GF) (20 ha), the second one with winter pastures of Raigrás Winter Star (V) (8 ha), and the last one Prairie (P) composed with Festuca Arundinacea, Trifolium Pratense and Lotus corniculatus (8 ha). Each group of cows was once more divided into two groups to collect more metrics. Once they were slaughtered meat samples were taken as color, tenderness, Longissimus Dorsi muscle fatty acid composition. Tenderness samples were mature in four times, the following days 0,7,14 and 21. Also, hot carcass weight, carcass yield, and subcutaneous fat thickness were recorded. Cows that were fed on P and V pastures achieves a higher weight growth rate (1,181 kg / d, 1,141 kg / d vs 0.366 kg / d) ( $p < 0.0001$ ), carcass fatness values (18 mm, 17 mm vs 9.5 mm) ( $p < 0.001$ ), tender meat was also better compared with the ones fed on GF. Cows that were fattened with grass needed 14 days of aging to reach acceptable tenderness values ( $< 4.5$  kg), for those fed with P it only took 7 days compared with V ones achieved values corresponding to tender meat after 72 hours of been slaughtered.

There were no significant differences between saturated and monounsaturated fatty acids for the different food alternatives. Cows fed on GF achieved higher values of polyunsaturated fatty acids, obtaining better IP / S ratios. All food alternatives got n6 / n3 fatty acid ratios less than 4.

- **INTRODUCCIÓN**

La ganadería es la base productiva del sector agropecuario, constituyendo una de las principales actividades de la economía uruguaya. Esta ocupa el 70% del territorio nacional. Ha tenido una participación en la última década mayor al 4,5% del PIB nacional, y al 14% de las exportaciones de bienes (Aguirre, 2018). La cadena cárnica es un sector clave, siendo aproximadamente el 70% de la producción de carne vacuna destinada a exportación, a más de 100 países. Uruguay tiene una participación del 4% del mercado mundial de carnes (Bervejillo, 2018). En consecuencia, la producción ganadera uruguaya está siendo orientada a satisfacer las necesidades de dichos mercados con los desafíos que eso conlleva.

Por esta razón es importante para Uruguay fortalecer su estrategia de diferenciación del producto carne, donde la calidad nutricional juega un rol muy importante para mejorar la competitividad en el mercado internacional. Según Verbeke y col. (2010), la mejora en la transparencia de la información provista sobre el contenido nutricional de los productos alimentarios puede inducir cambios en la demanda de los consumidores, dándole mayor importancia a la composición y procedencia de los alimentos que consumen, y sus aportes nutricionales para la salud y el bienestar. Esto ha llevado a la cadena cárnica a reformular algunos productos, promoviendo un menor contenido graso y/o mayor contenido en ácidos grasos poliinsaturados.

La producción de carne en Uruguay es a base pastoril, como resultado se obtiene una carne con menores niveles de grasa y mayores de ácidos grasos (AG) n-3 (omega-3) y de ácido linoleico conjugado (CLA) que los sistemas intensivos. Varios estudios han contrastado el sistema pastoril con sistemas semi-intensivos o intensivos. Sin embargo, la información cuantitativa

disponible es muy limitada y no existe información sobre el impacto de la diversidad forrajera sobre las características de la carne.

La carne de los rumiantes es una fuente importante de nutrientes para el ser humano y tiene un elevado valor sensorial, aunque la importancia y naturaleza de estas características dependen de la nutrición que reciben los animales (Geay y col., 2001). Troy y Kerry (2010) mencionaron que la dieta animal es el factor que puede ser manipulado más fácilmente y es uno de los que tiene efectos más profundos sobre la misma.

Las estadísticas de faena en Uruguay muestran que la faena de vacas representa aproximadamente el 50 % (INAC, 2019) del total de bovinos faenados. Dentro de la categoría hembras tenemos que las vacas de 8 dientes o más ocupan el 69.2 % (INAC, 2019); siendo esta categoría una fuente importante de ingresos para los predios criadores e invernadores. A pesar de esto, es poca la información existente a nivel nacional que caracterice la carne de estos animales.

Los lípidos se encuentran entre los componentes bioactivos que han recibido más atención debido a sus implicancias en la salud. Entre dichos nutrientes se incluyen los ácidos grasos poliinsaturados de la serie omega-3 (AGPI n-3) y el ácido linoleico conjugado (CLA) (Williams, 2000). A estos ácidos grasos se les reconocen diversos efectos positivos sobre la salud entre los que se destacan, beneficios sobre el sistema cardiovascular, el metabolismo lipídico, la prevención del cáncer, entre otros.

Algunos trabajos (Realini y col., 2004; Font i Furnols y col., 2009; Realini y col., 2009; Morales y col., 2012; Realini y col., 2015) han demostrado que el tipo de pastura puede afectar la composición de AG de la carne y se indicó una tendencia hacia un aumento en los AG n-3 y AG poliinsaturados totales en la carne proveniente de pasturas botánicamente diversas. Este proyecto plantea evaluar el impacto de la diversidad forrajera (CAMPO NATURAL, PRADERA y cultivo forrajero) sobre las características de la canal y composición de AG de la carne vacuna.

- **REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

- **PRODUCCIÓN DE CARNE EN URUGUAY**

La producción ganadera tiene una larga tradición en la historia del país aportando componentes fundamentales de la dieta nacional y de la materia prima para la industria cárnica, textil y del cuero, contribuyendo de forma destacada a las exportaciones (Bervejillo, 2018). Se presenta un clima agradable, en cuanto a temperaturas y régimen de lluvias, además de suelos fértiles y una gran red hidrográfica, que constituyen un excelente entorno para la cría de ganado (Gómez, 2006).

La superficie ganadera uruguaya ocupa aproximadamente 13 millones de hectáreas en las que pastan 11,2 millones de bovinos y 6,4 millones de ovinos (SNIG, 2019). Anualmente se producen 1.136.000 mil toneladas de carne vacuna y 64 mil toneladas de carne ovina. En el año 2015, el consumo anual por habitante fue de carne vacuna 57.8 kg carcasa y de ovina 3.3 kg carcasa (De León, 2018). Las exportaciones de carne bovina totalizaron las 474.395 toneladas en el 2018, reportando alrededor de 1.670.178 miles de dólares al país (INAC, 2019b), siendo la actividad exportadora más importante, con el 17% del total de exportaciones del Uruguay (Bervejillo, 2018).

En las últimas décadas determinados factores comenzaron a afectar al mercado internacional de la carne, entre los cuales se encuentran el cambio climático, la mayor competencia por los recursos naturales, el aumento de los precios de insumos y productos, los cambios en las preferencias de los consumidores, la mayor demanda de alimentos proteicos, la aparición de

nuevos actores en el mercado y el mayor interés por la inocuidad de los alimentos, el bienestar y la sanidad animal, y el impacto ambiental (Flores, 2013).

A nivel del mercado mundial de carnes, Uruguay solo da cuenta del 4 % (Bervejillo, 2018) de total de la producción mundial, por lo cual es tan importante la calidad e inocuidad de nuestras carnes para poder competir desde otra perspectiva.

- CALIDAD DE CARNE

En la actualidad, la calidad de los alimentos que se consumen a nivel mundial ha adquirido gran importancia. Si bien Uruguay es un país productor de carnes, el volumen de exportación comparado con otros países es menor, lo cual nos lleva a darle una gran importancia a la calidad e inocuidad de nuestra carne para poder competir a nivel mundial desde otra perspectiva.

Muchas veces el concepto de calidad se entiende de manera difusa, incluso no se comprende bien la real trascendencia que la misma tiene para la viabilidad de cualquier actividad productiva, por lo que parece de orden definirla logrando hablar todos en un mismo idioma.” La calidad es el conjunto de características de un producto o servicio que satisfacen los deseos explícitos o implícitos del consumidor” (Castro, 1999).

La percepción sobre calidad que tienen los distintos actores de la cadena cárnica depende del lugar de la cadena donde estos se encuentren. Para algunos, la calidad pasa por características de la res (peso, cobertura y distribución de grasa, conformación), para otros son el tamaño y peso de los cortes, el color y pH de la carne, el color de la grasa, el grado de marmóreo o la textura de la carne. En el otro extremo de la cadena, el consumidor entiende por calidad aquellos atributos visuales, sensoriales, nutritivos y de inocuidad de la carne (Lanfranco, 2017).

A pesar de las diferentes visiones, la calidad de la carne bovina está particularmente definida por su composición química (valor nutricional) y por sus características organolépticas (valor sensorial) tales como la terneza, el color, flavor (sabor y aroma), y la jugosidad. El sistema de producción, el tipo de animal, el plano nutricional ofrecido y el manejo pre y post faena, pueden modificar considerablemente estas características.

- LA CARNE Y SU COMPOSICIÓN

La carne es definida como “la parte muscular comestible de animales faenados y declarados aptos para el consumo humano por la autoridad oficial competente, constituida por los tejidos blandos que rodean el esqueleto, incluyendo su cobertura grasa, tendones, vasos, nervios, aponeurosis y todos aquellos tejidos no separados durante la operación de faena. Además, se considera carne el diafragma. No se incluye en esta categoría el corazón, el esófago, la lengua y los músculos del aparato hioideo.” (RBN, 2018).

Sin embargo, normalmente se denomina carne al músculo esquelético de los animales de sangre caliente. Además del músculo, son productos cárnicos: la sangre, grasa, vísceras, huesos y demás partes de los animales, que se utilizan para elaborar varios tipos de alimentos y algunos productos industriales como la gelatina.

La carne está compuesta por tres tipos de tejidos: tejido muscular, tejido conjuntivo y tejido graso. El tejido más abundante es el muscular, el cual está formado por haces o paquetes de fibras musculares, estas fibras son células alargadas que contienen muchas fibrillas proteicas, responsables del movimiento cuando se contraen y relajan. Éstas se unen entre sí mediante el tejido conjuntivo, que formando un tendón une a su vez el músculo con el hueso. Por último, asociado al tejido conjuntivo que se encuentra entre los haces de fibras está el tejido graso, el cual se conforma por células de grasa que sirven como fuente de energía para las fibras musculares (Araneda, 2018).

La carne se compone de agua, proteínas y aminoácidos, minerales, grasas y ácidos grasos, vitaminas y otros componentes bioactivos, así como también pequeñas cantidades de carbohidratos. Como se muestra en el siguiente cuadro las proporciones de estos componentes varían altamente si nos referimos a la canal o a la carne propiamente dicha (carne magra).

**Cuadro 1.** Composición nutricional por 100 gr. de alimento.

	Agua	Proteína	Grasas	Cenizas
Canal Bovina	54.7	16.5	28.0	0.8
Carne Magra	75.0	22.3	1.8	1.2

FAO, 2019

Desde el punto de vista nutricional, la importancia de la carne deriva de sus proteínas de alta calidad, que contienen todos los aminoácidos esenciales, así como de sus minerales y vitaminas de elevada biodisponibilidad. La carne es rica en vitamina B12 y hierro, los cuales no están fácilmente disponibles en las dietas vegetarianas.

Si bien las grasas ocupan una mínima parte, su composición adquiere una gran importancia, ya que estas son una fuente concentrada de energía. Los principales constituyentes de las grasas son los triglicéridos, que contienen gran variedad de ácidos grasos saturados, monoinsaturados y poliinsaturados los cuales ayudan en el transporte de las vitaminas liposolubles (A, D, E y K) y son fuente de energía y aislamiento para el cuerpo humano. Un aspecto importante de la grasa animal es la fuente de los ácidos grasos esenciales: ácido linoleico y el ácido linolénico, vitales para mantener la homeostasis del organismo, así como también para sintetizar otros ácidos grasos esenciales como el ácido decosaenoico (DHA) y el eicosapentaenoico (EPA) ([Castañeda y Peñuela, 2010](#)).

La grasa incluye dentro de ella varios tipos de grasas, por ejemplo, una porción de bife angosto tiene de la grasa total (27 % de la composición del

bife), el 40% de grasas saturadas, 43% monoinsaturadas, 3.4% poliinsaturadas, 0% trans, 0.65% colesterol, y otros. Los diferentes tipos de grasas son de acuerdo con la composición de ácidos grasos (Nutrinfo, 2018).

- SABOR

El sabor involucra la percepción de sensaciones por las papilas gustativas de la lengua y el aroma se detecta por los numerosos componentes volátiles liberados de la carne que estimula los receptores de la nariz. La carne cruda presenta poco aroma y sabor y solo cuando es cocida o calentada ambos atributos se desarrollan.

Más de 1000 componentes han sido identificados como responsables del sabor y olor de la carne y algunos de ellos pueden ser influenciados por la dieta. Es así como los aldehídos y las cetonas están en mayor proporción en la carne proveniente de sistemas intensivos ya que derivan de la oxidación de los ácidos linoleico y oleico presentes en mayor porcentaje en animales que consumieron granos. En cambio, una mayor proporción de aldehídos insaturados, ácidos grasos volátiles, y metil cetonas derivan de la oxidación del ácido linolénico presente en altas cantidades en la carne proveniente de animales en pastoreo (Depetris y Santini, 2010).

- PH DE LA CARNE

Cuando hablamos del pH de la carne nos referimos al grado de acidez, que si es mayor de 5,9 tiene efectos perjudiciales sobre su calidad y conservación. Un manejo incorrecto del ganado previo a la faena no permite una evolución post-mortem normal, por lo que los procesos bioquímicos y biofísicos que se desencadenan después de la muerte del animal para que el músculo se transforme en carne, no se pueden desarrollar con el suficiente glucógeno (fuente de energía) para transformarlo en ácido láctico (responsable de la acidez), por lo que no se logra el pH normal de la carne, que es del orden de 5,6 a 5,8. Al verse alterado el proceso de evolución post-mortem, se crean las condiciones para la aparición del fenómeno “corte oscuro”; el color de la carne aparece alterado (oscuro), así como también su textura. Estos cambios no le hacen perder a la carne su aptitud para el consumo humano, pero acortan su durabilidad, ya que el pH elevado de la carne vacuna favorece el crecimiento bacteriano al no inhibir ni la supervivencia ni la reproducción bacteriana, lo que hace que el producto tenga una vida útil más corta que lo normal (Robaina, 2012).

- COLOR

Al momento de la comercialización de la carne, el color es uno de los factores determinantes de compra por parte del consumidor (Santini y col., 2003; Albertí y col., 2005, de la Fuente y col., 2005; Ouali y col., 2006), desechando colores extremos y apreciando un color rojo brillante (de la Fuente y col., 2005).

Dicho atributo depende del contenido y estado de la mioglobina (principal pigmento de la carne), el contacto del oxígeno con la mioglobina le otorga a la carne el color rojo brillante, en cambio en ausencia de oxígeno la carne exhibe un color rojo oscuro o púrpura. El almacenamiento prolongado en presencia de aire tampoco es favorable ya que induce la oxidación de la mioglobina dando origen a un compuesto que le imprime el color marrón a la carne. El grado de asociación de la mioglobina con el oxígeno está determinado por el pH de la carne, siendo pH bajos los que permiten mayor grado de asociación. Este menor pH está altamente correlacionado con el color, principalmente con la luminosidad, generando carnes más brillantes (Depetris y Santini, 2010). Cuando el pH aumenta se van generando tonalidades más oscuras (Page y col., 2001).

Otros factores que tienen influencia sobre el color son la edad de los animales, y el porcentaje de grasa intramuscular. Los animales más viejos presentan mayor cantidad de mioglobina que los jóvenes dando un color más oscuro a la carne, además con la edad, sobre todo en animales que consumen pasturas, se depositan pigmentos carotenoides en la grasa, y ésta va cambiando del color blanco al amarillo (Depetris y Santini, 2010).

- TERNEZA

Si bien el color es un factor determinante al momento de la compra, la terneza es el criterio organoléptico más importante de los consumidores. Está forma parte de la calidad sensorial, junto con el sabor y la jugosidad determinan las variaciones en la palatabilidad de la carne, en el momento de la degustación por parte del consumidor. Esta se puede definir como la facilidad de masticar la carne, y está influida, básicamente, por 3 factores: 1) tejido conectivo o colágeno, 2) la maduración de la carne y 3) la contracción muscular (Garriz, 2001).

La terneza disminuye al aumentar la edad del animal, es decir que animales viejos poseen carne más dura. Esto es explicado en parte por una menor solubilidad del colágeno, que es una proteína que forma parte del tejido conjuntivo que envuelve las fibras musculares. Algunos autores no encontraron diferencias en terneza trabajando con animales faenados en el rango de aproximadamente 12 a 22 meses de edad, es decir, que, en animales jóvenes con rangos de edades a faena estrechos, las variaciones en terneza serían de poca importancia (Peluffo y Monteiro, 2002).

La cantidad de colágeno es el principal factor que afecta la terneza y la principal variación se da entre los diferentes músculos, mayor contenido de colágeno mayor dureza, y, por ende, los músculos con menos colágeno son más tiernos, necesitando además un menor tiempo de cocción, a su vez el grado de reticulación aumenta con la edad (disminuye la solubilidad). Esto explica que la carne de los animales adultos sea más dura que la de los jóvenes, debido a la menor solubilidad del colágeno (Fernández Mayer, 2016).

Con el sexo también existe variación, teniendo las hembras la carne más tierna, seguida de los machos castrados y luego los machos enteros. Es más difícil de demostrar las variaciones entre biotipos y según la forma de crianza o alimentación, pero se sabe que las mismas existen (Fernández Mayer, 2016).

La alimentación influye en la ternera ya que un alto plano nutricional y un rápido crecimiento (invernadas intensivas, feed lot) provocan un alto índice de síntesis de colágeno. El nuevo colágeno sintetizado diluye al antiguo colágeno estable al calor, haciéndolo en promedio más inestable, resultando de esta forma en un músculo con mayor ternera (Peluffo y Monteiro, 2002).

- MADURACIÓN

El proceso de maduración de la carne es la combinación de transformaciones que se originan en el músculo de un animal, posterior al sacrificio y faenado, proporcionándole a la carne propiedades de ternera, color, desarrollo del aroma y cambios de textura. Esto hace que se haga más nutritiva, digerible y por supuesto, tierna. Desde un punto de vista técnico, el proceso implica que las proteínas se dividan en sus estructuras (aminoácidos) y esto hace que mejore su textura.

El consumidor, en el momento de la compra, atribuye subjetivamente a la carne una serie de características vinculadas a su palatabilidad (ternera, jugosidad y sabor) en función de su color, textura y contenido graso. Aunque ello generalmente no se corresponde con la realidad, ya que las características señaladas, vienen determinadas en gran medida por el grado de maduración de la carne, situación que normalmente el consumidor desconoce.

El proceso comienza en la faena, el animal recién sacrificado es tierno, después entra en una fase de rigidez o "rigor mortis", caracterizada por disminución de la elasticidad y aumento de la dureza. Al mismo tiempo el músculo entra en la fase de maduración por acción del complejo enzimático de las Calpainas, responsable de la degradación de las fibras musculares, cuánto más días se deje madurar la carne mayor será el tiempo de acción de éstas, por lo tanto, habrá más degradación de las fibras y la ternera de la carne será potencialmente mayor. Este proceso vuelve más tierna la carne más o menos rápido dependiendo del animal, del músculo y de la temperatura. El máximo de ternera se alcanza en 10-15 días a 0°C. El proceso normal de maduración puede alterarse si el músculo se enfría muy rápido después de la faena, por esto se recomienda el enfriamiento lento de las carcasas. En condiciones de temperatura menor a 10°C y con pH mayor a 6, se observan fenómenos de contracción muscular y de dureza permanente de la carne (Fernández Mayer, 2016).

La maduración de la carne a temperatura de refrigeración y envasada al vacío es un método eficaz para mejorar su ternera (Davey y Gilbert, 1969). Si bien el mecanismo por el cual se produce esta mejora en la ternera es aún discutido, existe consenso general en que la proteólisis de las proteínas miofibrilares es el factor que contribuye en mayor medida al proceso de mejora en la ternera durante la maduración post-mortem (Koohmaraie, 1996). No

obstante, este proceso crea algunos inconvenientes al aumentar los costos de almacenamiento, tanto a la industria como al mercado minorista. Para contrarrestar dicho inconveniente se han desarrollado en el ámbito internacional estudios con el propósito de identificar el período mínimo necesario para asegurar niveles de terneza aceptables (Smith y col., 1978; Campo y col., 1998; Koohmaraie y col., 1988; Olsson y col., 1994; Wahlgren y col., 2002; Sañudo y col., 2004). En el vacuno, aproximadamente el 80% de la mejora en la terneza se alcanza transcurridas más de dos semanas (Koohmaraie y col., 2003; Taylor, 2003), siendo en la primera semana donde los resultados son más evidentes (Campo, 1999; Campo y col., 2000; Adelino, 2002).

Un estudio realizado por Bianchi y col (2006), con respecto al efecto del tiempo de maduración, los resultados son coincidentes con los análisis instrumentales de textura realizados sobre la carne de estos mismos animales (Bianchi y col., 2004), registrándose mejoras en la nota asignada por los catadores conforme transcurre la maduración. Por otro lado, Campo (1999) y Adelino (2002), también registraron mejoras significativas en la nota asignada por los catadores a los componentes de la textura de la carne vacuna conforme transcurría la maduración, y en ambos trabajos, el ablandamiento registrado dependió de la raza evaluada.

Lucero y col., (2013) realizó un estudio, en el cual comparó la terneza de vacas de refugio con vaquillonas pesadas, vaquillonas livianas y novillitos pesados, los datos sugieren que la carne proveniente de vacas de refugio necesitaba 14 días para obtener un producto con un nivel de terneza similar al de las restantes categorías con 3 días de maduración.

- JUGOSIDAD

La jugosidad está relacionada con la mayor o menor sequedad de la carne durante la masticación. Los jugos de la carne juegan un rol importante en la impresión general de la palatabilidad ya que contienen muchos de los componentes del sabor y ayudan al ablandamiento y a la fragmentación de la carne durante la masticación. La falta de jugosidad limita la aceptabilidad de la carne y destruye sus virtudes sensoriales.

- COMPOSICIÓN DE ÁCIDOS GRASOS DE LA CARNE

En los últimos años se ha incrementado el interés en la evaluación del perfil de ácidos grasos (AG) de la carne bovina y en su manipulación a través de la dieta de los animales hacia una composición en AG más saludable. El balance en la dieta humana de ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) omega 6 (n--6) y omega 3 (n--3) ha sido reconocido como un factor importante en la prevención de enfermedades cardiovasculares (Ha y col., 1990; Pischon y col., 2003) y también en la respuesta inmunológica (Roche, 1999) e inflamatoria del organismo (Pischon y col., 2003), siendo uno de los objetivos incrementar la presencia de los AGPI n-3. Adicionalmente, existe un creciente interés en

incrementar algunos de los isómeros del ácido linoleico conjugado (CLA) debido a sus propiedades anticancerígenas (Ha y col., 1990; Ip y col., 1991; Banni y col., 1999; De La Torre y col., 2006), antiaterogénicas (Lee y col., 1994; Kritchevsky y col., 2000) y a su capacidad de mejorar la función inmunológica (Pariza y col., 2001; O'Shea y col., 2004), (Volpi Lagreca y col., 2013).



Figura 1. Clasificación de los ácidos grasos según grado de saturación. Fuente: [Castañeda y Peñuela, 2010](#).

Omega 6 (n6) y Omega 3 (n3) son considerados esenciales debido a la incapacidad del organismo de sintetizarlos, motivo por el cual deben ser incorporados en la dieta ([Castañeda y Peñuela, 2010](#)). La grasa de los rumiantes es predominantemente saturada (C14:0 + C16:0 + C18:0 = 40-45%) y monoinsaturada (C16:1 + C18:1 = 40-45%) (Bas y Morand-Fehr, 2000; Bas y Sauvant, 2001), la fracción poliinsaturada (11% de media) (Bas y Sauvant, 2001) contiene AGPI n-6 y n-3 en relación variable (1 a 10) en función del tipo de alimentación (Enser y col., 1998).

Los AG omega-3 juegan un rol importante en la salud humana y están involucrados en el desarrollo de tejidos retinales y cerebrales, en la prevención y progreso de enfermedades, incluyendo enfermedades del corazón y algunos cánceres (Simopoulos, 1999; Connor, 2000). Asimismo, las relaciones AGPI: AGS y n-6: n-3 son indicadores empleados para definir la calidad de la grasa en términos de su influencia sobre la salud humana.

Con el objetivo de reducir el riesgo de contraer enfermedades cardiovasculares la Organización Mundial de la Salud recomienda reducir el consumo en el total de grasas, especialmente las grasas saturadas (WHO, 2003). En el mismo sentido la OMS recomienda incrementar el consumo de ácidos grasos poliinsaturados n-3 y mantener la relación de AGPI dietarios n-6: n-3 por debajo de 4 (De la torre y col., 2013).

Por otro lado, en la carne y leche de los rumiantes exclusivamente, existe el CLA (ácido linoleico conjugado), es un ácido graso linoleico (18 carbonos) pero tiene dobles enlaces en varios pares de carbonos incluidas las posiciones de carbono 9 y 11, 10 y 12 o 11 y 13 y estos pueden estar en las configuraciones cis o trans. Se cree que la forma activa de CLA para efectos anticancerígenos es el isómero cis-9, trans-11 (Ip y col., 1994). Posiblemente, el descubrimiento de que el CLA posee efectos anticancerígenos fue el punto más importante para tomarlo como foco de investigación en la década de los 80s. Posteriormente, se demostró que fracciones purificadas del CLA obtenidas de la carne bovina, inhiben el crecimiento tumoral en varios ensayos con animales (Ip y col., 1994). Uno de los beneficios más relevantes de este es la reducción en la deposición de grasa corporal el cual ha sido comprobado en

varias especies de mamíferos y en pollos de engorde (Park y col., 1997). Los efectos en la disminución de la aterosclerosis también son observados, McGuire y McGuire (1999), observaron que 0,5 g de CLA por día provocó reducción en la circulación del colesterol y de triglicéridos en conejos ([Castañeda y Peñuela, 2010](#)).

Si bien en los rumiantes, los ácidos grasos poliinsaturados ingeridos con la dieta son hidrogenados en el rumen muy eficientemente, cierta proporción de estos escapa a la hidrogenación (Wood y Enser, 1997) y pueden ser posteriormente incorporados a los tejidos. Por otro lado, la alimentación en pastoreo o con dietas basadas en forrajes de buena calidad permite incrementar el contenido de CLA (French y col., 2000; Realini y col., 2004), fundamentalmente del isómero CLA cis-9-trans-11. Este ácido graso presente en la carne de rumiantes puede provenir de dos vías. Una es la incorporación directa del CLA generado durante la biohidrogenación ruminal del C18:2n-6 (Kepler y col., 1966); la otra es la síntesis de CLA en los tejidos del animal por la enzima  $\Delta 9$ -desaturasa (Bauman y col., 1999) a partir del ácido transvaccénico (C18:1 trans-11). Este precursor es otro producto intermedio de la biohidrogenación ruminal (Kepler y col., 1966) y su formación se ve favorecida en animales alimentados con dietas basadas en forrajes de buena calidad (Martin y Jenkins, 2002).

Sin embargo, una revisión reciente de Wang y Proctor (2013) enfatizó que las evidencias que muestran los beneficios del CLA para la salud en términos del control de peso y prevención de cáncer se basan principalmente en estudios preclínicos y que aún son necesarios estudios clínicos consistentes y confirmatorios.

La preocupación por la salud de los consumidores se está convirtiendo en uno de los predictores más relevantes del consumo de alimentos (Lusk y col., 2003). Esto ha llevado a la cadena cárnica a reformular algunos productos, promoviendo un menor contenido graso y/o mayor contenido AGPI. La carne y sus productos son generalmente reconocidos como alimentos altamente nutritivos que proveen cantidades valiosas de proteína de alto valor biológico, AG, vitaminas, minerales y otros compuestos bioactivos (Olmedilla-Alonso y col., 2013). Sin embargo, el consumo de carne roja y en particular de carne procesada han enfrentado una serie de contraindicaciones sanitarias adversas, como lo son las enfermedades cardiovasculares (WHO, 2003), algunos tipos de cáncer (Sato y col., 2006) y la diabetes (Schulze y col., 2003).

La composición de la carne varía con respecto a varios factores, siendo la dieta animal el factor que puede ser manipulado más fácilmente y uno de los que tiene los efectos más profundos sobre la misma (Troy y Kerry, 2010). Es así como distintas estrategias de alimentación animal se han utilizado con éxito para aumentar significativamente el nivel de AGPI (Realini y col., 2004; Font i Furnols y col., 2009; Realini y col., 2009; Morales y col., 2012; Realini y col., 2015) y de CLA en la carne (Schmid y col., 2006; Realini y col., 2015). Estas estrategias incluyen el engorde de animales en base a pastura y la suplementación con fuentes ricas en ácidos grasos insaturados (lino, canola, etc.). El AG alfa-linolénico (C18:3, precursor de los AG n-3) es el principal AG

de los lípidos en la pastura, mientras que el AG linoleico (C18:2, precursor de los AG n-6) es un componente principal en los granos (Marmer y col., 1984).

En un estudio realizado por Volpi Lagreca y col. (2013) se mostró que el tipo de dieta ofrecida a los animales en la etapa de terminación tendría mayor relevancia que la dieta ofrecida en la etapa de recría en la definición del perfil de ácidos grasos de la carne. Sin embargo, la recría en confinamiento generaría una depresión de la concentración de CLA cis-9, trans-11 en la terminación pastoril. En ese escenario, sería esperable un mayor contenido de este ácido graso en animales que se alimentaron exclusivamente en pastoreo. El consumo de pasturas de calidad, además de incrementar el consumo de C18:3n-3, generaría cambios en el ambiente ruminal debido a las altas concentraciones de azúcares rápidamente fermentecibles y fibra soluble (French y col., 2000). Ese ambiente ruminal sería más apropiado para la formación de C18:1 trans-11 (Martin y Jenkins, 2002; Sackmann y col., 2003), el cual estaría disponible en los tejidos para la producción CLA cis9, trans-11 por desaturación (Noci y col., 2005).

El primer estudio nacional que caracterizó la composición de AG incluyendo n-3 y CLA en la carne vacuna uruguaya fue desarrollado por el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) en el período 2001-2002 (Realini y col., 2004). Los investigadores contrastaron un sistema de producción pastoril con otro de engorde a corral, demostrando las bondades de la producción basada en pasturas mejoradas sobre la composición de AG de la carne. El engorde en pastoreo mejoró el perfil de los AG de la grasa intramuscular incluyendo n-3 y CLA, presentando cocientes AGPI: AGS y n-6: n-3 más saludables que el engorde a corral. La carne de animales en pastoreo presentó además niveles de vitamina E en músculo (3,9 µg/g) por encima de los recomendados para obtener actividad antioxidante post-mortem y mejorar así la vida comercial de la misma (Faustman y col., 1989).

Posteriormente y en un marco de cooperación internacional Hispano-uruguaya (Montossi y Sañudo, 2007) se desarrolló un proyecto con el objetivo de evaluar y promocionar la calidad de la carne de rumiantes del Uruguay en el mercado europeo. En este proyecto se comparó la carne uruguaya proveniente de un sistema pastoril con la carne procedente de suplementación en pastoreo de Reino Unido y de engorde a corral de España y Alemania (De la Fuente y col., 2009; Álvarez y col., 2007). La carne de vacuno uruguaya presentó niveles de AG de la serie n-3 muy elevados, y una mejor calidad dietética (relaciones n-6: n-3 y AGPI: AGS) que la carne alemana y británica. Adicionalmente, sus niveles de vitamina E fueron comparativamente más elevados (Realini y col., 2016).

La edad al sacrificio se ha reducido significativamente en los últimos años en los sistemas productivos de nuestro país. De la Fuente (2009) comparó la cantidad y el tipo de grasa intramuscular depositada por novillos de 2 y 3 años. La carne de los segundos presentó mayores niveles de grasa y de ácidos grasos monoinsaturados (AGMI) y menores porcentajes de AGPI con una menor relación AGPI: AGS que la carne de novillos de 2 años.

A su vez, los resultados indican que las diferencias en composición de AG y vitamina E no son demasiado importantes cuando se comparan los sistemas pastoriles con los sistemas que aportan bajas cantidades de concentrado en pastoreo 0.6-0.8% PV, (Álvarez y col., 2007; Brito y col. 2014). El tiempo de engorde en pastoreo o en corral y su combinación también pueden afectar la composición de AG de la carne. Estos sistemas productivos son interesantes porque permiten obtener mayores niveles de grasa intramuscular que podrían resultar en una mayor palatabilidad, con un perfil de AG similar a los sistemas exclusivamente pastoriles (Realini y col., 2016).

En un estudio realizado por De la torre y col., (2013), se utilizaron 19 vaquillonas y 20 novillos Aberdeen Angus provenientes del rodeo cría experimental del INTA Balcarce que fueron recriados y engordados en un sistema pastoril, ambos sexos se faenaron el mismo día en un frigorífico comercial cuando el peso vivo medio alcanzó los 400 kg. Los resultados obtenidos fueron que la grasa proveniente de vaquillonas terminadas en sistemas pastoriles tiene un mejor perfil de ácidos grasos que aquella proveniente de novillos de similar edad. Esto se debe a su mayor proporción de ácidos grasos mono-insaturados y CLA cis-9, trans-11, y menor de ácidos grasos saturados.

- PASTURAS

Uruguay se destaca por un sistema productivo de carne basado fundamentalmente en el pastoreo y la inclusión de la suplementación estratégica en períodos de crisis forrajeras o su uso estratégico a bajas cantidades tanto en la fase de recría como en la terminación. Es así como la investigación y el desarrollo de estrategias sobre la producción y la calidad de la carne se han generado utilizando estos sistemas productivos (Brito y col., 2013). Sin embargo, la información cuantitativa disponible, no abarca el amplio espectro de opciones forrajeras y de suplementos utilizados en la alimentación animal de nuestro país (Realini y col., 2016).

Las pasturas mejoradas, integradas por leguminosas forrajeras, son la base primordial de la agricultura y ganadería de Uruguay. La demanda creciente por productos pecuarios requiere una mayor productividad ganadera, la cual está actualmente limitada por el rendimiento y calidad de las pasturas naturales, basadas en gramíneas estivales (Rebuffo y col., 2006).

- PASTURA NATURAL

También llamada CAMPO NATURAL, son tierras cuyo tapiz natural está compuesto principalmente por especies tropicales (medio térmicas - C4) que son gramíneas nativas, las cuales se han formado sin la intervención del hombre, y con una producción de forraje estacional, de calidad y cantidad variables. El tapiz natural del Uruguay está formado por numerosas especies de diferentes características morfológicas y biológicas, mezcladas en proporciones fluctuantes, mostrando una dinámica muy intensa. El principal componente son las gramíneas, acompañado de una cantidad pequeña de

leguminosas y un conjunto elevado de malezas. En general, hay una predominancia de especies estivales con una mayor producción de forraje en el período primavera-estivo-otoñal (Carámbula, 1996), en cambio en invierno al ser especies C4 disminuyen disponibilidad y pierden calidad. En invierno las especies, tanto estivales como invernales, están en estado vegetativo y crecen o reposan según las condiciones climáticas (Berretta, 1995).

Debido a una evolución desfavorable en la composición nativa de estos campos (disminución de leguminosas y aumento de malezas) es frecuente la mejora con siembra de especies que tengan buena adaptación denominándose campos naturales mejorados (Trujillo y Uriarte, 2008).

- PRADERA

Las PRADERAs sembradas por el hombre son especies templadas (C3): gramíneas, leguminosas o mezclas, con una duración potencial plurianual. En este grupo se pueden incluir algunas especies compuestas que complementan a las gramíneas y leguminosas. En nuestro país, es común la siembra de PRADERAs de vida corta (mezcla de una especie anual con una bianual) y de PRADERAs de mayor duración o permanentes (mezclas de especies que combinan sus ciclos pudiendo durar más de 2 años) (Trujillo y Uriarte, 2008).

Una leguminosa perenne estival muy utilizada en PRADERAs combinadas del Uruguay es el Lotus (*Lotus corniculatus*); su resistencia a la sequía, alto valor nutritivo y persistencia, hacen de ella una especie muy recomendable para ser incluida en mezclas forrajeras. Es común encontrarla asociada a otra leguminosa como el trébol rojo (*Trifolium pratense*), de ciclo predominante otoño-invierno-primaveral y de vida corta (2 - 3 años). Junto con una gramínea perenne de ciclo invernal como la festuca (*Festuca arundinacea*) que por su característica de producir forraje temprano en otoño y fines de invierno puede ser clasificada como una pastura precoz de vida larga (Carámbula, 2004).

- VERDEO

También llamados cultivos forrajeros, son aquellos cultivos que se siembran para ser consumidos en su etapa de "forraje verde". El lento crecimiento otoñal y las bajas temperaturas invernales determinan una escasez de forraje de las pasturas naturales y convencionales temprano en el otoño e invierno, debiéndose utilizar alternativas forrajeras de mayor producción en estas estaciones para "paliar" estas deficiencias (Trujillo y Uriarte, 2008).

Los VERDEOS de invierno son gramíneas anuales que se caracterizan por producir un volumen muy alto de forraje de buena calidad en un período corto de tiempo, lo que los hace imprescindibles para cubrir las deficiencias normalmente producidas en su estación de crecimiento (Zanoniani y col., 2011). Un claro ejemplo de esto es el raigrás anual (*Lolium multiflorum*), Carámbula (1996) lo describe como una gramínea de abundante producción de

forraje, muy buen rebrote, gran resistencia al pastoreo y a los excesos de humedad.

- ÁCIDOS GRASOS EN PASTURA

**Cuadro 2.** Composición de la pastura

Componentes de las pasturas	Concentración (% base seca)
Proteína Cruda	3 - 30
Carbohidratos estructurales	40 - 60
Carbohidratos no estructurales	4 - 20
Extracto al éter	3 - 8
Cenizas	7 - 13

(Trujillo y Uriarte, 2008).

En las pasturas en general, los lípidos constituyen cuantitativamente una pequeña fracción que tiene poca variación. Este grupo se compone en su mayoría por glicolípidos y fosfolípidos ricos en ácidos grasos poliinsaturados. El ácido linolénico constituye más del 50% del total de ácidos grasos y le siguen en orden el linoleico y el palmítico. En esta fracción también se incluyen los pigmentos, que, en el caso de las plantas verdes, desde el punto de vista nutricional, el más importante es el  $\beta$ -caroteno que es el precursor de la vitamina A (Trujillo y Uriarte, 2008).

Sin embargo, el aporte de lípidos a la ración en forma de grasas protegidas o mediante la incorporación de semillas oleaginosas es una vía para incrementar los ácidos grasos disponibles para la absorción intestinal sin afectar a la flora microbiana ruminal a la par que se evita o reduce la acción de esta sobre los ácidos grasos (Fraga y Pérez de Ayala, 1987; Wu y col., 1991; Doreau y Ferlay, 1994). La pequeña fracción de AGPI que escapa a la biohidrogenación (10-15%) es absorbida en intestino y depositada como tal en la grasa de los tejidos, lo que puede contribuir a modificar su perfil de ácidos grasos (Givens y col., 2006).

Varios estudios han demostrado que el tipo de pastura puede afectar la composición de AG. Duckett y col. (2013) informaron mayores concentraciones de 18:3 n-3 en la carne de novillos pastoreando alfalfa en comparación con pasto italiano o una pastura compuesta por *Poa spp.*, pasto ovillo, festuca y trébol blanco.

Sin embargo, en un estudio realizado en Colombia, no se encontraron diferencias en la composición de AG en la carne de novillos en pastoreo comparando festuca, festuca/trébol rojo o alfalfa (Dierking y col., 2010).

Un estudio realizado por Varela y col., (2004) en terneros alimentados hasta el sacrificio sobre pasturas presentaron un mayor contenido de AGPI n- 3 en la grasa intramuscular (1,36 vs 0,91%) y una relación AGPI n-6/AGPI n-3 más baja (2,33 vs 3,61) que los terneros finalizados con hierba ensilada y concentrados (French y col., 2000), sin embargo, frente a terneros finalizados con ensilado de maíz y concentrados únicamente resultó significativa la disminución de la relación AGPI n-6/ AGPI n-3 (1,822 vs 2,845).

- BIOHIDROGENACIÓN DE AC. GRASOS EN EL RUMEN

La biohidrogenación (BH) es el proceso que sufren los ácidos grasos insaturados provenientes de la dieta por acción de microorganismos ruminales. Anteriormente se creía que la BH se realizaba en el músculo, actualmente sabemos que el proceso ocurre en el rumen y, en una pequeña proporción, en el tracto intestinal posterior (Harfoot & Hazlewood, 1997; Lee & Jenkins, 2011). Wright (1959; 1960) encontró que las bacterias son los microorganismos más importantes en este proceso.

En las pasturas y algunos suplementos, se encuentran ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) en altas proporciones, principalmente, el ácido linoleico (C18:2) cis-9, cis-12, ALi) y el ácido alfa-linolénico (C18:3 cis-9, cis-12, cis-15, ALn), (Bauman y col. 1999; Agazzi y col. 2004; Choi y col. 2009; Zened y col. 2013). Estos ácidos forman parte de la dieta de los rumiantes y dependiendo de su concentración en la dieta, modifican el perfil de ácidos grasos de la leche y de la carne. La composición de ácidos grasos en la carne de los rumiantes se caracteriza por la presencia de una mayor concentración de ácidos grasos saturados que insaturados, debido al proceso de BH en el rumen (Ashes y col., 1992; Bauman y col., 1999; Bauman y Griinari, 1999; Abughazaleh & Jacobson, 2007; Shen y col., 2011; Zened y col., 2013).

Las grasas de los alimentos sufren dos importantes transformaciones en el rumen: lipólisis y biohidrogenación. La lipólisis se refiere a la liberación de los ácidos grasos de los ésteres presentes en los lípidos de los alimentos y constituye un paso obligado antes de la BH (Martínez y col., 2010).

Lee y col. (2007) han demostrado que la biohidrogenación ruminal inferior de C18: 3 n-3 está asociada con líneas clonales de trébol rojo con alta actividad Polifenol oxidasa (PPO). Una biohidrogenación más baja podría deberse a tres factores o a su combinación. En primer lugar, podría ser el resultado de una menor actividad de la lipasa vegetal, debido a la unión de las quinonas, lo que resulta en un menor grado de lipólisis en el silo que podría haber reducido la biohidrogenación adicional en el rumen ya que la lipólisis es un requisito previo para la biohidrogenación ruminal. En segundo lugar, las quinonas podrían reaccionar con enzimas microbianas en el rumen y, por lo tanto, inhiben la lipólisis microbiana, así como otros procesos microbianos del rumen, aunque esta hipótesis es poco probable ya que las quinonas son estructuras muy reactivas y se han unido a otras proteínas o quinonas para formar la red de polímeros antes de su aparición en el rumen. Finalmente, el trébol rojo podría haberse protegido contra lipólisis de plantas o microbios, por su presencia de oleosomas incrustados, en una capa de fenol unido proteínas.

La enzima PPO se produce en especies de trébol rojo, así como en otras especies de plantas como los pastos *Lolium perenne* y *L. multiflorum*, *Dactylis glomerata* y *Festuca pratensis* (Theodorou y col., 2006), pero aún no se ha investigado en especies de hierbas de diversos forrajes. Aunque *Festuca pratensis*, *Lolium perenne* y *Lolium multiflorum* tienen actividad de PPO, se informó que esto representa solo 0.6, 14 y 22% en comparación con el trébol

rojo. Sin embargo, los niveles de actividad PPO de *Dactylis glomerata* y trébol rojo fueron similares (Theodorou y col., 2006). Aunque el trébol blanco no contiene cantidades sustanciales de PPO (Theodorou y col., 2006), proporciones de C18: 3 n-3 en leche y grasa duodenal y dietética, fueron similares o más altas cuando se alimentaron forrajes de trébol blanco versus rojo.

- **CÓMO AFECTA EL TIPO DE PASTURA EN LA COMPOSICIÓN DE ÁCIDOS GRASOS**

El consumo de pasturas de calidad, además de incrementar el consumo de C18: 3 n-3, generaría cambios en el ambiente ruminal debido a las altas concentraciones de azúcares rápidamente fermentecibles y fibra soluble (French y col., 2000). Ese ambiente ruminal sería más apropiado para la formación de C18: 1 trans-11 (Martin y Jenkins, 2002; Sackmann y col., 2003), el cual estaría disponible en los tejidos para la producción CLA cis 9, trans-11 por desaturación (Noci y col., 2005). Posiblemente, el ambiente ruminal generado con las dietas con alto nivel de grano favoreció la vía C18: 1 trans-10, lo que haría disminuir la producción ruminal de C18: 1 trans-11. Si bien la suplementación con aceite de lino permitió incrementar la concentración de CLA cis 9, trans-11, este valor fue inferior al hallado en las terminaciones en pastoreo. Posiblemente, el aceite de lino generó un incremento de los niveles de C18:1 trans-11, pero el isómero predominante siguió siendo el C18: 1 trans10 (Offer y col., 2001).

Un estudio realizado por Latimori y col., (2003), en un cual compararon el efecto de la dieta sobre la calidad de carne, concluyeron que el porcentaje de omega 3 fue mayor a medida que la participación del forraje fresco se incrementó en la dieta ( $p < 0,05$ ), mientras que los niveles de omega 6 fueron similares en los tres tratamientos que incluyeron forraje fresco, pero fueron menores que en las dietas de feedlot ( $p < 0,05$ ). La relación omega6/ omega3 permanece dentro de los niveles recomendados para el consumo humano ( $< 4$ ) en los tratamientos con base pastoril, mientras que la carne producida en feedlot mostró los mayores valores. La ternera no se vio afectada por el tipo de dieta, clasificando a todas como carnes tiernas.

En los cuadros 3 y 4, se presenta una breve síntesis de los trabajos revisados en bovinos y pequeños rumiantes respectivamente.

**Cuadro 3.** Efecto de distinta alimentación sobre la calidad de la carne y su composición de ácidos grasos en rumiante.

DATOS DEL TRABAJO				PRINCIPALES RESULTADOS		
Ref	Animales (Peso Inicial/ Final)	Días de Evaluación	Tratamientos	Fuerza de Corte	Color	AG Totales
1	48 novillos (24 Welsh Black y 24 Charolais Cross)	90 días	T1: Raigrás y trébol blanco, T2: pastoreo semi-natural (predominio de Molinia caerulea)	-	La grasa externa en T2 fue significativamente más clara, menos rojo y menos amarillo que en T1.	GI: T2 > T1. AGPI y AGMI: T1 > T2
2	120 novillos (373 ± 17.5 kg PV inicial y 450 kg PV final)	98 días (T1, T2, T3) y 120 días T4.	T1: Centeno; T2: Triticale; T3: Trigo;	NS	Factor L* > en T4	GI: T3, T4 > T1, T2. AGPI (CLA y omega 3): T4 > T1, T2, T3.

			T4: Alfalfa.			Relación Omega 6/Omega3: T4< T1, T2, T3 NS
3	30 novillos Angus	120 días.	T1: Festuca; T2: Festuca y trébol rojo; T3: Festuca y alfalfa.			
4	Novillos cruza (50% Angus). Edad media 724±15. (Peso inicial 375.0 ± 8.55, peso final 577.2 ± 12.90 kg)	90 días	T1: triticales (Cereal) + raigrás; T2: triticales + col rizada	-	-	En T1 se obtuvo mayor proporción de AG C22 y sus variedades insaturadas.
5	36 novillos Angus. PV inicial = 270 ± 3,8 kg	40 días	T1: Alfalfa T2: Mijo perla T3: Pasto mixto	-	-	Contenido total de lípidos T1 = T2 = T3. Ácido alfa linolénico (AGPI n3): T1> T2, T3.
6	32 reses cebu comercial		T1 y T2: silvopastoreo (Leucaena (Leguminosa guinea), T3: PRADERA mejorada (Estrella y matarratón), T4: pastoreo tradicional (Gramíneas)	-	-	A. oleico y A. alfa linolénico T1, T2 > T3, T4

NS - No significativo; 1- Fraser y col., 2008; 2- Pordomingo y col., 2012; 3- Dierking y col., 2010; 4- Jiang y col., 2010; 5- Duckett y col., 2013; 6- Montoya y col., 2015.

En el cuadro 3, se presenta una síntesis de los trabajos más importantes que existen en bovinos, sobre la influencia de la diversidad forrajera en la calidad de la canal y concentración de ácidos grasos en carne. Existe poca información a nivel nacional e internacional que compare animales provenientes de pasturas, además la información que ha sido publicada compara pasturas diferentes a las que tenemos en Uruguay, o incluye la Alfalfa, que no fue utilizada en nuestro trabajo.

Analizando los datos de los trabajos obtenidos, observamos que hay una tendencia a que los tratamientos que contienen leguminosas (alfalfa principalmente) aumentan la concentración de AGPI (ácidos grasos poliinsaturados) y disminuyen la relación  $n6/n3$ . En cambio, la festuca (gramínea) no dio diferencias significativas entre los tratamientos.

No tenemos información del comportamiento del CAMPO NATURAL uruguayo (compuesto por diversas especies de pasturas).

La información recabada es muy heterogénea y compara diferentes pasturas en todos los tratamientos, por lo cual no podemos hacer una afirmación, pero sí podemos decir que las leguminosas tienden a aumentar la concentración de los AGPI en la grasa intramuscular.

**Cuadro 4.** Efecto de distinta alimentación sobre la calidad de la carne y su composición de ácidos grasos en pequeños rumiantes.

DATOS DEL TRABAJO				PRINCIPALES RESULTADOS	
Ref.	Animales (Peso)	Días de Evaluación	Tratamientos	Fuerza Color de	AG Totales

	Inicial/ Final)			Corte		
1	72 cabritos 75% de raza Border, 6 meses de edad	120 días.	T1: <i>Trifolium pratense</i> ; T2: <i>Lotus corniculatus</i> ; T3: <i>Chicorium intybus</i>	-	-	AGMI 18: 1 trans-10 y 18: 1 cis-11: T2> T1. AG 18: 2, 18: 3 y AGPI: T3 > T1, T2. AG omega-6 y la relación AGPI: AGS: T3 > T2.
2	21 corderos machos, edad media 86 ± 9 días (22.3 ± 3.1 kg/32.3 ± 6.5 kg)	83 días.	T1: Raigrás; T2: Mezcla de leguminosas; T3: Pastura botánicamente diversa	-	NS	-
3	62 corderos White Dorper (34.4 ± 5.6 kg) / (44.1 ± 6.4 kg)	49 días.	T1: <i>Trifolium spumosum</i> ;  T2: <i>Brassica napus</i> ; T3: <i>Medicago sativa</i> ; T4: <i>Cichorium  intybus + Trifolium vesiculosum</i> ; T5: <i>Phalaris aquatica</i> .	-	NS	AGS, AGPI y Omega 3 T4 > T1, T2, T3, T5
4	72 cabritos (4-6 semanas) (20 ± 0.3 kg/27.0 ± 0.8 kg)	40 días.	T1: Alfalfa; T2: Trébol Rojo y pasto nativo; T3: <i>Dactylis Glomerata</i>	-	-	NS A excepción del AG 18: 1 trans-11 para el T3 que fue mayor que en T1 y T2.
5	30 corderos Suffolk (15 machos y 15 hembras). Edad 15 semanas. Peso Inicial; machos: 33±0.45kg, hembras: 30±0.31kg		T1: Trébol rojo; T2: alfalfa; T3: raigrás perenne	-	NS	AGPI: T1, T2> T3. Relación P:S: T1, T2> T3. Relación n6: n3: T1, T2 > T3.

NS - No significativo; 1- Turner y col., 2015; 2- Petron y col., 2006; 3- De Brito y col., 2017; 4- Turner y col., 2014; 5- Fraser y col., 2004.

Al analizar la información presentada en el cuadro 4, en donde se presenta una síntesis de trabajos que comparan calidad de carne y ácidos grasos en pequeños rumiantes, no podemos establecer una relación directa entre la especie o familia de pastura utilizadas y los resultados obtenidos ya que hay muchas opciones evaluadas, las cuales arrojan resultados diferentes. Además, al evaluar estos animales nos encontramos con 2 especies biológicamente similares, pero de características carniceras diferentes, las cuales pueden estar afectadas por otros factores ambientales o factores intrínsecos de los animales.

A pesar de esto al igual que en el Cuadro 4, se observa una tendencia a que los tratamientos en donde los animales fueron alimentados con especies leguminosas tuvieron una mayor proporción de AGI en general, con una mejor relación P: S y una mejor (menor) relación n6: n3.

- **OBJETIVO GENERAL**

Estudiar la calidad de la carne vacuna proveniente de las alternativas forrajeras más comúnmente utilizadas en los sistemas pastoriles de nuestro país (CAMPO NATURAL, PRADERA, VERDEO de invierno).

- **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Evaluar el impacto de la biodiversidad forrajera sobre:

- Ganancia diaria
    - La calidad de la canal.
    - El color de la carne y de la grasa de cobertura.
    - La terneza de la carne.
    - La composición de ácidos grasos de la carne de vacuno.

- **HIPÓTESIS**

Las diferentes bases forrajeras y su calidad influyen positivamente en la ganancia diaria de peso vivo, la calidad de la canal y carne, y en la composición de AG de la carne de vacas de invernada en terminación.

- **MATERIALES Y MÉTODOS**

- LOCALIZACIÓN

El experimento fue realizado en la Estación Experimental “Dr. Mario A. Cassinoni” (EEMAC), Facultad de Agronomía (UdelaR). Ubicada en el litoral norte de Uruguay, en el departamento de Paysandú; kilómetro 363 de la Ruta 3, a 32°20’9” de latitud sur y 58°2’9” de longitud oeste con una altura sobre el nivel del mar de 61 metros.

- CLIMA

El departamento de Paysandú cuenta con un régimen de precipitaciones de 1218 milímetros anuales, una humedad relativa de 73% y una temperatura media anual de 17.9°C, variando entre un máximo promedio de 23.8°C y un mínimo promedio de 12.2°C (MDN. DNM, s.f.) Las temperaturas medias y precipitaciones acumuladas en el periodo experimental para los meses de junio, julio, agosto, septiembre, octubre, noviembre y diciembre de 2017 se muestran en el cuadro No. 5.

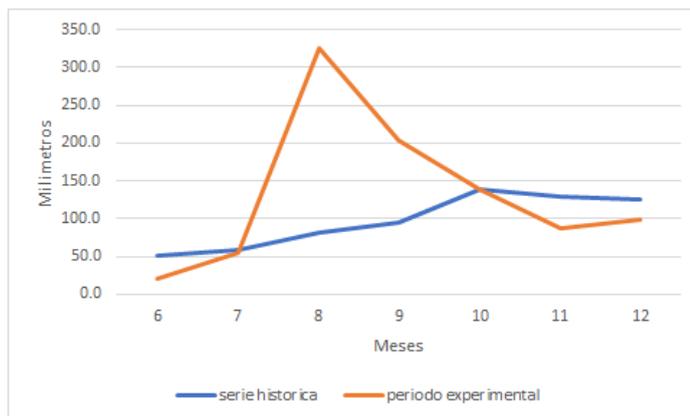
**Cuadro 5.** Temperatura media y precipitaciones acumuladas en el periodo experimental.

	Temperatura (°C)	Precipitaciones (mm)
Junio	13,5	20,1
Julio	14,3	54,9
Agosto	14,6	326,1
Setiembre	16,3	202,7
Octubre	17,6	139,2
Noviembre	20,2	88,1
Diciembre	24,5	98,6

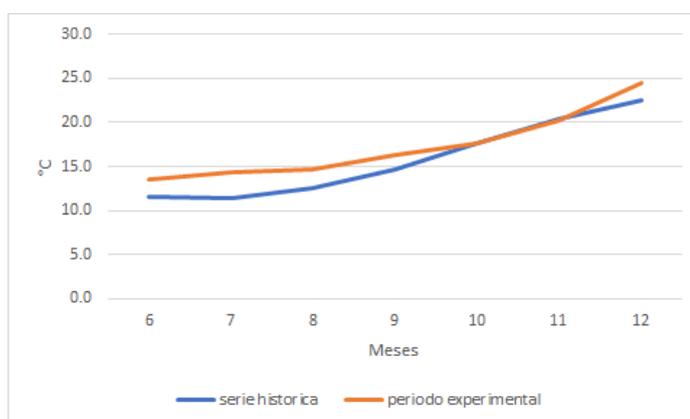
Fuente: Estación meteorológica de la EEMAC

Los registros de precipitaciones y temperatura para el periodo experimental se recolectaron diariamente de la estación meteorológica de la EEMAC.

La serie historia evaluada fue desde el año 2002-2014, los datos tomados por la estación meteorológica de la EEMAC.



**Gráfico 1.** Registro de precipitaciones durante el ensayo comparadas con la media histórica. Fuente: Estación meteorológica de la EEMAC



**Gráfico 2.** Registro de temperaturas durante el ensayo comparadas con la media histórica. Fuente: Estación meteorológica de la EEMAC.

- PERIODO EXPERIMENTAL

El período experimental comenzó el 31/5 cuando ingresaron al pastoreo los animales destinados al tratamiento CAMPO NATURAL (CN), los cuales permanecieron hasta el 4/12, con una duración total de 188 días. En segundo lugar, comenzó el pastoreo en el tratamiento VERDEO (V), el cual inició el 1/06 y finalizó el 4/9, con una duración total de 96 días, quedando por último el ingreso de los animales al tratamiento PRADERA (P) el cual transcurrió desde el 8/09 al 4/12, con una duración total de 90 días.

- ANIMALES

Se utilizaron 48 bovinos raza Hereford, 11 vaquillonas y 37 vacas, con un peso promedio de  $412 \pm 3.8$  kg. Las mismas provenían del rodeo de cría de la EEMAC y habían sido mantenidas en iguales condiciones sanitarias y de alimentación hasta el momento.

- TRATAMIENTOS

Los animales se estratificaron por peso ( $412 \pm 3.8$  kg de promedio), edad y condición corporal, siendo posteriormente asignados al azar a los siguientes tratamientos:

- Pastoreo de CAMPO NATURAL
- Pastoreo de VERDEO
- Pastoreo de PRADERA

A su vez cada tratamiento de 16 animales estuvo dividido en 2 repeticiones (8 animales cada una).

- INFRAESTRUCTURA

El tratamiento CAMPO NATURAL se realizó en los potreros 13A (10 ha) y 13B (10 ha), cada potrero está dividido en dos, por lo cual se contaba con 4 potreros, todos con acceso a agua de bebedero. Los mismos se encontraron libres de pastoreo durante los 60 días anteriores al ingreso de los animales.

El CAMPO NATURAL presentaba las siguientes especies: *Medicago lupulina*, *Paspalum notatum*, *Stipa setigera*, *Briza subaristata*, *Calamagrostis montevidensis*, *Coelorhachis selloana*, *Paspalum dilatatum*. En el tapiz de mayor altura predominaba *Paspalum quadrifarium* y *Schizachyrium microstachyum*. La principal maleza de campo sucio era *Eryngium horridum* (Boggiano y col, 2005).

El tratamiento VERDEO se realizó en el potrero 32B (8 ha), fue sembrado el 8/4/2017 con *Raigrás Winter Star 2* (20 kg/ha); se lo dividió en 2 parcelas iguales y se instaló un bebedero de llenado continuo para ambas. En la siembra se fertilizó con 100 kg/ha de 7:40 (N:P), y se refertilizó con 100 Kg/ha de urea en 15/7/2017.

El tratamiento PRADERA se realizó en el potrero 32A (8 ha), el cual fue sembrado el 7/4/2017 con *Festuca arundinacea* cultivar INIA fortuna (15 kg/ha), *Trifolium pratense* estanzuela 116 (4 kg/ha) y *Lotus corniculatus* cultivar INIA rigel (8 kg/ha). Posteriormente se lo dividió en 2 parcelas iguales y se instaló un bebedero de llenado continuo para ambas. En la siembra se fertilizó con 100 kg/ha de 7:40 (N:P), y se re-fertilizó con 100 Kg/ha de urea en 15/7/2017.

- PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

La ejecución del trabajo fue dividida en dos etapas: pre – experimental y experimental. Esta última comprendida por la fase de alimentación, la fase de faena en frigorífico, y la fase de laboratorio.

- ETAPA PRE-EXPERIMENTAL

Esta etapa comenzó en mayo de 2017 cuando se realizó el diagnóstico de gestación por ecografía a todo el rodeo de cría de la EEMAC. De las vacas no gestantes se apartaron 48 para realizar el ensayo, estas fueron estratificadas y apartadas en tres lotes de 16 animales. Posteriormente cada uno de estos lotes se dividió en 2 repeticiones y los bovinos fueron pintados con azul o rojo según la repetición.

Antes del ingreso a cada tratamiento, se procedió a realizar la sanidad de los bovinos, la cual consistió en la inmunización contra clostridiosis (multiclos 10 ®) y la administración de un antiparasitario (Rafomic ®).

- ETAPA EXPERIMENTAL

Una vez separados los animales en los tratamientos y sus repeticiones. Se comenzó la fase de alimentación, donde las vacas ubicadas en la PRADERA y VERDEO tuvieron acceso a toda el área durante todo el tratamiento. Por su parte los animales del tratamiento CAMPO NATURAL rotaron entre los 2 potreros cada 15 días (cada repetición).

Todos los animales tuvieron acceso permanente a bebederos con agua de buena calidad.

- DETERMINACIONES REALIZADAS

- FASE DE ALIMENTACIÓN

- DETERMINACIÓN DE PESO VIVO

El peso vivo fue registrado al inicio del experimento y con una frecuencia de 20 días durante toda la etapa de alimentación, para determinar ganancia media diaria y la evolución de peso de los animales. Las pesadas se realizaron con balanza electrónica (con capacidad y precisión de  $2000 \pm 0.5$  Kg) en las instalaciones de la EEMAC y sin ayuno previo.

- FORRAJE DISPONIBLE Y REMANENTE

Se determinó el forraje disponible y remanente previo a cada cambio de potrero (CN) y al ingreso y salida de (VERDEO y PRADERA).

Las variables estudiadas se basaron en la medición de las producciones de forraje frente a las diferentes frecuencias de pastoreo, porcentaje de cada especie que contribuye con esta producción, antes y después de entrados los animales (contribución de cada especie en el remanente y en el disponible), disponibilidad y rechazo de materia seca.

El método utilizado para medir disponibilidad y remanente fue el de doble muestreo (Cayley y Bird, 1991). El método de doble muestreo está basado en un corte reducido de muestras cuyas características de rendimiento son relacionadas por comparación visual a un número determinado de puntos de escala y/o altura en las parcelas.

El método mencionado se aplicó utilizando una escala de 5 puntos según su cantidad de biomasa mediante el corte al ras del suelo utilizando rectángulos de 0,2 x 0,5 m. Previamente, se determinó la altura de la pastura (ver ítem posterior). De cada punto de la escala se cortó dos repeticiones con la misma metodología explicada anteriormente. Las muestras de forraje recogidas de cada muestreo se pesaron para obtener el peso fresco y luego

se secaron en estufa durante 48 horas a 60 °C para determinar el peso seco de las mismas.

Con las 15 determinaciones de biomasa y su correspondiente escala y altura se realizaron regresiones para determinar ecuaciones de regresión, coeficientes de regresión y ANOVA de estas que permitan elegir una de las correlaciones, la que se aplicó para determinar la biomasa. El factor incógnito en la ecuación fue sustituido con el promedio de 60 mediciones de escala o altura que se realizó en la parcela a la entrada y salida de los animales.

- ALTURA DEL FORRAJE DISPONIBLE Y REMANENTE

Se realizó con reglas centimetradas previo al corte en tres puntos (al medio y en cada extremo) del rectángulo utilizado para el muestreo. Donde el criterio empleado fue el punto de contacto de la regla con la punta de la hoja más alta. La altura del forraje de cada parcela se obtendrá promediando 60 lecturas. Dichas medidas se tomarán previo al ingreso de los animales y posterior a la salida de estos, utilizando la metodología propuesta por Cayley y Bird (1991).

- PORCENTAJE DE UTILIZACIÓN

Es la cantidad de materia seca desaparecida en relación con la que había disponible multiplicada por 100. Se calculó como la relación entre materia seca desaparecida y el forraje disponible antes del pastoreo. De la misma forma, pero teniendo en cuenta el forraje producido, se calcula el porcentaje de utilización sobre el producido. En ambos casos las variables materia seca utilizada, disponible y producida fueron ajustadas por el número de días de pastoreo.

- PRODUCCIÓN DE FORRAJE

En kg/ha. de Materia Seca, se determinó a través de la diferencia entre el forraje disponible al inicio del pastoreo y el remanente del pastoreo anterior ajustado por el número de días de pastoreo.

- MUESTREO DE LA PASTURA POR SIMULACIÓN DE PASTOREO (HAND PLUCKING)

Para estimar la calidad del alimento que los animales consumen se realizó manualmente tomas de muestras de pasturas por encima de la altura a la que el animal está pastoreando, de forma de, simular la biomasa cosechada por el animal (Moseley y Moseley, 1993). Posteriormente, dicha biomasa fue liofilizada y enviada para su análisis de proteína cruda y digestibilidad. Dichas determinaciones se realizaron en tres veces cada 60 días durante el periodo de engorde.

- OFERTA DE FORRAJE

La oferta de forraje son los kg de MS (materia seca) de forraje que se les ofrece por día a los animales cada 100 Kg. de Peso Vivo. Se calculó en base a las mediciones realizadas de Forraje disponible más la tasa de crecimiento durante el periodo de pastoreo.

#### DATOS ANALIZADOS

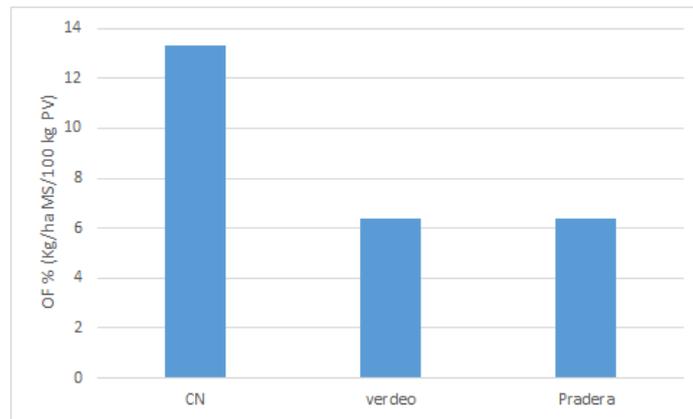
**Cuadro 7.** Características de las pasturas en base a un muestreo por simulación de pastoreo (hand plucking).

Tipos de Pastura	%CNZ	%PB	%FND	%FAD	%DIG
CAMPO					
NATURAL	12,2	7,1	67,3	32,1	40,3
VERDEO	13,3	14,6	47,4	20,5	81,5
PRADERA	11,8	8,6	59,4	29,6	63,3

% CNZ = Porcentaje de cenizas, % PB = Porcentaje proteína bruta, % FND = Porcentaje de fibra neutro detergente, % FAD = Porcentaje de fibra ácido detergente, % DIG = Porcentaje de digestibilidad.

**Cuadro 8.** Valores de Disponible, Remanente, Altura disponible y remanente, porcentaje de utilización y producción de forraje para los tres tratamientos.

	CN	VERDEO	PRADERA
Disponible (Kg/ha/MS)	3803	3453	3364.5
Altura disponible (cm)	20.7	19.4	24.5
Remanente (Kg/ha/MS)	1959	1417	2201
Altura remanente (cm)	11.7	12.5	14.7
% de Utilización	53	50	50
Prod. de forraje (Kg/ha/MS)	968	4843	3045



**Gráfico 3.** Oferta forrajera promedio de los tratamientos en Kg/MS/100 kg PV/día.

- FASE FAENA
  - PESO VIVO PRE-FAENA

Los animales fueron pesados individualmente en el frigorífico, previo al ingreso a la playa de faena, luego de 24 hs de ayuno, siendo este el peso en primera balanza.

- DESBASTE

El desbaste (%) fue calculado a partir del pesaje previo al embarque y el pesaje previo a la faena. Lo que se conoce con el término desbaste refiere a las pérdidas de materia fecal, orina y evaporación a nivel de piel en un período dado de tiempo. A nivel de transacciones de ganado para faena, ese período va desde que se junta el ganado para el embarque hasta que se pesa en frigorífico (Robaina, 2012).

- PESO CANAL CALIENTE

Peso registrado al momento de finalizar la faena, en lo que se conoce como puesto 4 del SEIIC o cuarta balanza.

- RENDIMIENTO CANAL

El rendimiento canal se calculó como el cociente entre el peso de la canal caliente y el peso vivo previo a la faena, expresado como porcentaje.

- pH

Luego de la faena, las reses permanecieron en cámaras de frío durante 36 horas. Al finalizar este proceso, sobre la media res izquierda, se registró el pH por medio del peachímetro Cole Palmer con electrodos de penetración y termómetro digital.

- ESPESOR DE GRASA SUBCUTÁNEA

A las 36 horas post-faena se realizó la medición del espesor de grasa subcutánea con regla milimetrada, cuidando de medir hasta la aponeurosis del *Longissimus dorsi* y de no incluir parte de la grasa intermuscular. El lugar se determinó mediante el trazado de una bisectriz a nivel de la 10° costilla, a lo largo del área de ojo de bife, en  $\frac{3}{4}$  de la misma, donde se traza una perpendicular y a esa altura se obtiene el resultado de espesor (Feed, 2009).

**Cuadro 6.** Procedimiento de muestreo sobre la porción dorso lumbar del *Longissimus dorsi*.

Color	Composición de ácidos grasos (AG)	TI día 0	TI día 7	TI día 14	TI día 21
-------	-----------------------------------	----------	----------	-----------	-----------

TI= textura instrumental.

Posterior al cuarteado fueron extraídas las muestras del músculo *Longissimus dorsi* (media res izquierda), un total de 6 muestras por animal cortadas con un espesor de 2.5 cm de ancho entre la 10° y 13° costilla, puestas en bolsas con su etiqueta correspondiente y luego envasadas al vacío en el propio frigorífico.

- FASE DE LABORATORIO
- COLOR INSTRUMENTAL

En laboratorio, después de 30 minutos de oxigenación, se realizaron 3 mediciones de Color Instrumental del bife (*Longissimus dorsi*), 2 en el tejido muscular mediante colorímetro portátil Minolata CR – 400 y una medición en el tejido graso. Se obtuvieron valores de L\*, a\* y b\* en el espacio CIELAB, L\* es el valor de claridad o luminosidad (lightness), variando entre 0 (negro) y 100 (blanco); a\* refiere al índice de rojo, con valores positivos rojo y valores negativos verde; b\* corresponde al índice de amarillo, siendo amarillo con valor positivo y azul con valores negativos (Albertí y Ripoll, 2010).

- TERNEZA INSTRUMENTAL

Esta medición se realizó con las muestras maduradas al vacío y en distintos periodos (0, 7, 14 y 21 días) en condiciones de refrigeración.

Para determinar la terneza instrumental se utilizó el método Warner-Bratzler. Este método mide la fuerza de corte de la carne por medio de una cizalla de Warner Bratzler utilizando un texturómetro Instron 3342 expresando el resultado en Kg de fuerza máxima de corte.

El procedimiento comenzó con el descongelado de las muestras, luego se quitó la grasa periférica del bife, se puso la muestra en una nueva bolsa de nylon con la identificación y se selló. Los filetes se cocinaron a Baño María termostatzado y el tiempo de cocción fue estandarizado para que el centro térmico del bife llegue a 70°C (45 minutos). Posterior a la cocción se determinó las pérdidas por cocinado, pesando la muestra antes y después de la cocción.

Se extrajeron con un sacabocado 7 u 8 cilindros (submuestras) de 1,27 cm de diámetro de cada filete cocido, realizando movimientos de vaivén en la misma dirección de las fibras musculares y ejerciendo una suave presión hasta concluir el corte.

Para finalizar cada cilindro fue sometido a un corte de cizalla Warner-Bratzler de forma perpendicular a la dirección de las fibras musculares. Cuanto mayor es la fuerza de corte, más dura es la carne (Feed, 2009).

- **COMPOSICIÓN DE ÁCIDOS GRASOS EN MÚSCULO**

Las muestras AG, fueron utilizadas para determinar la composición de ácidos grasos de la grasa intramuscular de la carne por Cromatografía de Gases.

Se realizó la extracción de los lípidos utilizando el método de Folch y *col.* (1957) y la determinación de la composición de ácidos grasos por cromatografía de gases (Shimadzu 2010 plus, FID, inyección Split/Splitless) siguiendo el método descrito por Park y Goins (1994) utilizando una columna de 120 metros (Thermo-Fisher Scientific, TR-FAME 120 m, 0.25 mm ID, 0.25 um film thickness).

- **ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Para el análisis de las variables de canal y calidad instrumental de la carne se utilizó un diseño de parcelas al azar con arreglo factorial de tratamientos, utilizando un modelo general incluyendo el efecto de la media general y de tratamiento.

$$Y_{ij} = \mu + TP_i + DM_j + (TP*DM)_{ij} + b_1 x_1 + e_{ijk}$$

Dónde:

$Y_{ij}$  = variables de respuesta

$\mu$  = Media general

$TP_i$  = efecto del tipo de pastura ( $i= 0,1$ )

$DM_j$  = efecto de la j-esima días de maduración ( $j= 0, 7,14,21$  días)

$x_1$  = peso vivo al inicio

$\varepsilon_{ijk}$  = error experimental

Se realizó un análisis de varianza mediante el procedimiento MIXED del paquete estadístico SAS versión 9.1 (SAS institute, Cary, NC, 2002). Para la comparación de medias se utilizó la prueba Tuckey-Kramer.

- **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

- FASE DE ALIMENTACIÓN

**Cuadro 9.** Peso vivo inicial, peso vivo final y ganancia media diaria de los tres tratamientos, con sus medias y desvíos estándar.

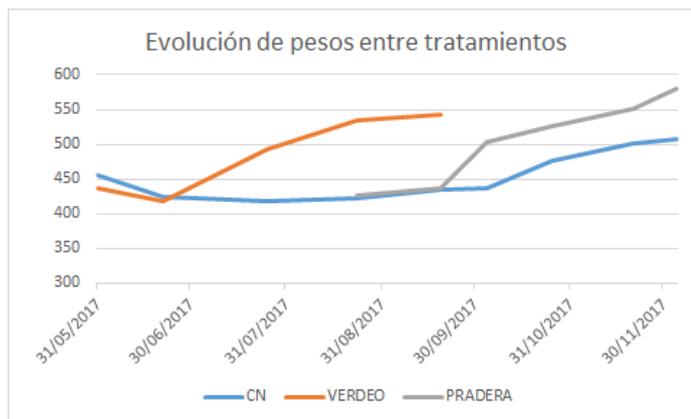
	CAMPO NATURAL	VERDEO	PRADERA	P < F
P.V. Inicial (Kg)	407.2 ± 13.6	419.3 ± 12.2	406 ± 13.7	NS
P.V. Final (Kg)	485.3 <sub>b</sub> ± 14.2	532.4 <sub>a</sub> ± 14.5	552.5 <sub>a</sub> ± 14.3	0.0001
GMD (Kg/d)	0.366 <sub>b</sub> ± 0.09	1.185 <sub>a</sub> ± 0.2	1.141 <sub>a</sub> ± 0.20	0.0001

P.V.= peso vivo, GMD= ganancia media diaria. Letras diferentes (a, b) en la misma fila difieren estadísticamente ( $p < 0.0001$ ).

En el cuadro 9 se presentan los pesos animales de los tres tratamientos, al inicio del experimento fueron estratificados (peso y edad) y repartidos en grupos homogéneos, por lo tanto, no existieron diferencias significativas entre los pesos vivos iniciales de los tratamientos. En cuanto al peso vivo final, se observó una diferencia significativa para los tratamientos de PRADERA y VERDEO, los cuales lograron pesos finales mayores con relación al tratamiento de CAMPO NATURAL. Estas diferencias estuvieron determinadas por ganancias diarias superiores de las vacas que pastorearon VERDEO y PRADERA con respecto a las del CAMPO NATURAL, las cuales durante el invierno perdieron peso.

Las ganancias diarias de peso coinciden con lo mencionado por Berretta (2003), los animales alimentados en CAMPO NATURAL pierden peso en el invierno, tienen grandes ganancias de peso en primavera y moderadas ganancias en verano y otoño. Una pastura natural de calidad media permite ganancias de peso de 0,25 kg/día y una producción de carne de alrededor de 80 a 100 kg/año. Los campos de buena calidad permiten mayores ganancias de peso y una producción de hasta 150 kg/año. El mismo autor sostiene que las pasturas cultivadas, anuales y perennes, permiten ganancias promedio de 0,6 a 1,3 kg/día y producciones de carne desde 240 a 400 kg/año.

Se ha demostrado que la mezcla de gramíneas y leguminosas suministrada como alimento a animales de altos requerimientos nutricionales, como por ejemplo vacas lecheras en producción o novillos en terminación, genera elevadas tasas de ganancia diaria (Carámbula, 2004).



**Gráfico 4.** Evolución de peso de los animales en los tratamientos CAMPO NATURAL, VERDEO y PRADERA.

En la gráfica 4, se observa la evolución de peso (kg) de cada tratamiento, donde vemos que los animales de CAMPO NATURAL perdieron peso en el invierno, lo que puede ser explicado por una oferta de forraje de menor calidad y por las características de este (cuadro No. 7), ya que la pastura mostró una menor digestibilidad y un mayor porcentaje de FDN. Los valores de digestibilidad de cada tratamiento fue 40.2 %, 81 % y 63.3 % y de FDN de 32 %, 20 % y 28 % para CAMPO NATURAL, VERDEO y PRADERA respectivamente.

En cuanto a los animales de CAMPO NATURAL, la oferta forrajero (OF) promedio fue 13.3 kg/ha, con escasa variación entre el invierno (12.5) y la primavera (14.2), a pesar de eso, la ganancia individual fue marcadamente diferente entre ambas estaciones (ganancia en invierno y primavera) lo cual se debe a que, al ser pasturas constituidas mayoritariamente por gramíneas estivales, el disponible del invierno estaba compuesto mayoritariamente por restos secos, esto se refleja en los datos de digestibilidad (40.2%). En cambio, en la primavera la OF fue similar a la anterior, pero con mayor proporción de material verde, producto del rebrote de crecimiento de las especies estivales que componen el tapiz (*Paspalum dilatatum*, *Bothriochloa laguroides*, *Coelorachis selloana*, *Schizachyrium microstachyum*, *Paspalum notatum* entre otros), en menor cantidad se encuentran especies invernales como *Stipa setigera* y *papposa*, *Calamagrostis montevidensis* (Boggiano y col, 2005).

Para VERDEO y PRADERA, el comportamiento fue diferente ya que a excepción del inicio del VERDEO en donde los animales bajaron de peso (posiblemente explicado por el proceso de adaptación de la flora ruminal), la ganancia de kilos fue sostenida durante todo el tratamiento. La OF en ambos tratamientos a pesar de ser menor cantidad que CN determinó ganancias cercanas a 1.185 Kg/d en V y 1.141 Kg/d en P, eso se debe a que el forraje ofrecido presentaba una mejor calidad. La OF de 6 % es mencionada por varios autores (Agustoni y col., 2008; Almada y col., 2007; de Souza y Presno, 2013; Arenares y col., 2011), como la óptima para tener un buen desempeño animal y altas producciones por Ha. La importancia de las leguminosas es provocar no solo aumentos en los rendimientos de materia seca de las gramíneas, sino que además su presencia incrementa la calidad del forraje

producido. Minson y Milford (1967), observaron que solo la presencia de un 10% de leguminosas en una pastura madura, puede aumentar hasta un 50% el consumo voluntario y promover importantes ganancias de peso en los animales que la pastorean.

En un estudio realizado por Lagomarsino y col. (2015), en vacas refugo se observó diferencia significativa en la ganancia diaria de dos tratamientos alimentados con la misma pastura a niveles de oferta de forraje de 2% y 4%. Según el autor, niveles del 2% de NOF sin suplementación pueden llegar a ser limitantes para el objetivo de terminación de vacas en engorde, particularmente si se presentan limitantes como condiciones climáticas adversas o de manejo de pasturas y animales. También menciona que la ganancia diaria está influenciada por las características del forraje consumido (calidad y cantidad), afectando la tasa y composición de la ganancia, siendo el principal efecto en la relación grasa/proteína. Al aumentar la disponibilidad de forraje se dan mayores consumos y selecciones de dietas de mayor calidad (Risso, 1981; Poppi y col. 1987, Montossi y col. 2000) con la obtención de mejores ganancias de peso (Risso y Zarza, 1981) y mayor proporción de grasa (Di Marco, 1993).

Luzardo y col., (2014) en un sistema de engorde bovino en las regiones de basalto del Uruguay, obtuvo durante dos años consecutivos mayores ganancias diarias y pesos vivos finales, en animales pastoreando sin suplementación a un NOF de 4% con respecto a animales que pastoreaban a un NOF del 2%. Los animales con mayor nivel de suplementación, juntamente con los animales no suplementados pero manejados con un NOF del 4%, obtuvieron las mayores ganancias de peso vivo.

- FASE FAENA

**Cuadro 10.** Peso vivo pre-faena, desbaste y características de la canal de los tres tratamientos, con sus medias y desvíos estándar.

	CAMPO NATURAL	VERDEO	PRADERA	P < F
<b>P.V. pre-faena (Kg)</b>	444.5 <sub>b</sub> ± 13.3	491.6 <sub>a</sub> ± 12.3	502.3 <sub>a</sub> ± 13.8	0.01
<b>Desbaste (%)</b>	9.3 ± 0.07	8.3 ± 0.06	10 ± 0.07	NS
<b>PCC (Kg)</b>	216.9 <sub>b</sub> ± 5.53	255.5 <sub>a</sub> ± 5.13	258.5 <sub>a</sub> ± 5.73	0.0001
<b>Rendimiento (%)</b>	49.1 ± 1.13	52.02 ± 1.16	51.9 ± 1.16	NS
<b>EGS (mm)</b>	9.59 <sub>b</sub> ± 1.37	18.1 <sub>a</sub> ± 1.27	18.1 <sub>a</sub> ± 1.42	0.0001

P.V.= peso vivo, PCC= peso canal caliente, EGS= espesor de grasa subcutáneo. Letras diferentes (a, b) en la misma fila difieren estadísticamente (p < 0.0001)

La mayor disponibilidad de forraje y mejor calidad de este, vuelven a explicar las diferencias entre tratamientos. Relacionado directamente con la

GMD, el PV pre-faena fue superior para los tratamientos de VERDEO y PRADERA con relación al tratamiento de CAMPO NATURAL.

El desbaste no tuvo diferencias significativas entre tratamientos. Las pérdidas por transporte y la permanencia sin comida previo a la faena, no influyeron significativamente. El lapso de 24 horas entre el embarque y la faena de los animales genera que no exista esta diferencia. El desbaste no es lineal en el tiempo, de forma tal que las mayores pérdidas se registran en las primeras horas (Di Marco, 2006). Según Bavera (2006) los animales pierden peso más rápidamente durante las primeras 12 horas de la supresión de agua y alimento, después la tasa de pérdida disminuye progresivamente y son menos apreciables las diferencias de manejo o alimentación previa, ya que se suprime el efecto del llenado. En desbastes de corto tiempo se podría observar cómo influye el tipo de alimento, cuando el mismo presenta gran contenido de humedad (pasturas o VERDEOs), las pérdidas de peso son mayores que cuando la dieta consta exclusivamente de alimentos secos. En el caso de que la merma se deba a limpieza del tracto gastrointestinal, esta se relaciona con el tamaño del animal y no con el grado de finalización, por lo que animales más grandes perderán más peso, en un mismo período de tiempo, que otros más pequeños, aun cuando presenten una misma edad o conformación (Bavera, 2006).

Como era de esperar las vacas de los tratamientos VERDEO y PRADERA mostraron un mayor PCC y EGS que las del tratamiento de CAMPO NATURAL, la superioridad puede explicarse, una vez más, por una mayor disponibilidad de forraje, de calidad superior.

Diversos factores inciden sobre el rendimiento, la forma correcta de evaluarlo sería vincularlo con la categoría y/o la edad (Robaina, 2012), las cuales no fueron contempladas en nuestro estudio al realizar la separación de los animales. El otro factor con gran incidencia en el rendimiento es el efecto del plano nutricional (Di Marco, 2006). Si bien no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos, se observa una tendencia a mayor rendimiento en VERDEO y PRADERA, y menor en CAMPO NATURAL ( $p = 0.075$ ). El efecto del plano alimenticio sobre el rendimiento de la res varía de acuerdo con si las comparaciones se realizan al mismo peso o al mismo nivel de terminación, en animales faenados a bajo peso, como sucedió en el tratamiento CAMPO NATURAL, el rendimiento de res disminuye. En los animales de los tratamientos PRADERA y VERDEO, al presentar un mayor peso disminuyó el peso relativo del llenado, vísceras, órganos, cabeza, cuero y patas, y aumentaron las grasas de cobertura e interna, que agregan peso a la res.

- LABORATORIO

**Cuadro 11.** Calidad de carne (pH, color de grasa y músculo) de los tres tratamientos, con sus medias y desvíos estándar.

	CAMPO NATURAL	VERDEO	PRADERA	P < F
Ph	5.59 ± 0.11	5.57 ± 0.09	5.54 ± 0.03	NS
L grasa	61.9 ± 0.82	62.8 ± 0.76	61.1 ± 0.85	NS
a grasa	12.6 <sub>b</sub> ± 0.63	12.5 <sub>b</sub> ± 0.59	15.1 <sub>a</sub> ± 0.66	0.0001
b grasa	25.2 ± 2.10	28.3 ± 1.94	24.3 ± 2.17	NS
L músculo	39.5 ± 0.88	40.4 ± 0.82	38.6 ± 0.92	NS
a músculo	19.9 <sub>b</sub> ± 0.53	22.1 <sub>a</sub> ± 0.49	20.6 <sub>ab</sub> ± 0.54	0.05
b músculo	10.4 <sub>b</sub> ± 0.54	12.0 <sub>a</sub> ± 0.49	10.4 <sub>b</sub> ± 0.56	0.05

L= luminosidad, a= índice de rojo, b= índice de amarillo. Letras diferentes (a, b) en la misma fila difieren estadísticamente (p< 0.0001)

Los valores medios de **pH** final de la carne son acordes con los esperados en la carne de vacuno, ya que se encuentran comprendidos entre los valores 5,4 y 5,8 (MacDougall y Rhodes, 1972; Price y Schweigert, 1976), no mostrando diferencia significativa entre tratamientos. La variación en los valores de pH se puede dar por un sin número de factores, algunos de ellos intrínsecos del animal (genética, metabolismo, susceptibilidad al estrés, etc.), pero normalmente los factores más relevantes tienen que ver con el ambiente en que se manejó el animal y su canal durante las 24 horas previas y posteriores al faenado (Braña y col., 2011).

En un estudio realizado por Etchanique y González (2010), se relevó información en 7 establecimientos habilitados para faena de vacunos en el Uruguay, durante los meses de invierno del 2008, con el objetivo de identificar y jerarquizar los factores que afectan el pH de la carne. Las condiciones de manejo pre-faena, tales como: las distancias mayores a 110 km en carretera entre el establecimiento comercial y el frigorífico, períodos de tiempo entre el arribo del camión a planta y la descarga de los animales menores a 32 minutos, tiempo de espera en corrales previo a la faena superiores a 12 h y permanencia en corrales con techo parcial, fueron las variables pre - faena que más afectaron negativamente el pH a las 36 h.

Considerando los anteriores estudios y que los animales de los tres tratamientos sufrieron el mismo manejo previo a la faena, se puede explicar la ausencia de diferencia en el pH final de los tres tratamientos.

En relación con el **color de la grasa**, la más relevante para el consumidor es la grasa de cobertura, variando entre blanco y amarillo pálido, estando muy influenciada por la dieta que reciben los animales (de la Fuente y col., 2005) y por la edad de estos. Entre los tratamientos no existió diferencia significativa, obteniéndose valores de b superiores a 18, lo que estaría indicando que es una grasa de tonalidad amarillenta, propio de la edad y la alimentación a pasto (Smith y col., 1997). En un trabajo realizado por Realini y col., 2004, se observó que el color de la grasa fue diferente, los animales

terminados en pasturas presentaron valores más altos de  $L^*$  y  $b^*$  que en animales terminados con concentrados.

El consumo de pasturas, que usualmente tienen elevados contenidos de pigmentos (carotenos) que se depositan en los adipocitos, provoca el color amarillento de la grasa, característica de animales provenientes de sistemas extensivos, acompañados por un color más oscuro del músculo (Bolte, 2000).

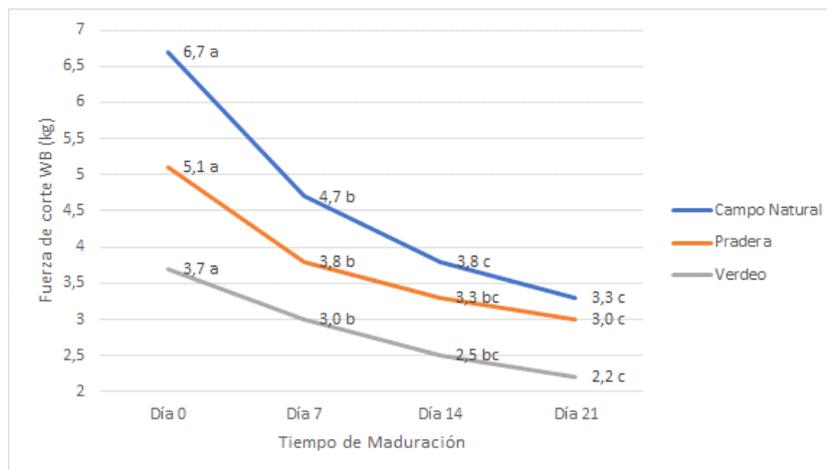
En general, la concentración de  $\beta$ -caroteno en las plantas disminuye con el grado de madurez y se oxida rápidamente después de ser cortadas. Es decir, los forrajes sometidos a cualquier proceso de conservación tienen un menor contenido de carotenoides que en fresco (Santamaría, 2003).

En cuanto a los valores de **color en músculo**, L no mostró diferencias entre tratamientos obteniéndose valores correspondientes a una carne roja brillante. La intensidad de color rojo fue más marcada en el tratamiento de VERDEO por mayores valores de los índices a. La incidencia de la alimentación sobre el color de la carne y la grasa fue demostrada en diversos estudios en novillos que evaluaron el efecto del sistema de alimentación en los parámetros  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$ . Los resultados coincidieron en que la inclusión de suplementos en la dieta genera mayores valores de  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$  (Realini y col., 2004).

Con respecto a dietas exclusivamente pastoriles se ha demostrado que un alto contenido energético provoca una disminución en el contenido de pigmentos de mioglobina, resultando en un color más claro de la carne (Boleman y col., 1996), Luzardo y col. (2014) encontró diferencia significativa en el parámetro  $L^*$ , mientras que  $a^*$  y  $b^*$  se mantuvieron iguales al variar el nivel de oferta de forraje (NOF).

La alta tasa de crecimiento y el buen NOF que presentó el CAMPO NATURAL en la primavera, coincidiendo esta con la etapa final del experimento, determinó que no exista un menor valor de luminosidad en este tratamiento, como hubiera sido de esperar.

Este aumento en el parámetro  $L^*$  al aumentar el NOF, es un punto para destacar por su correlación con la percepción del consumidor. Para Murray (1989), el valor de  $L^*$  es el índice más claramente relacionado con las valoraciones visuales del consumidor, y esto es respaldado por Destefanis y col. (2000) que encontraron una relación significativa entre  $L^*$  y la apariencia de la carne, al igual que Denoyelle y Berny (1999) y Hulsegge y col., (2001) que encontraron correlaciones altas entre la  $L^*$  y la valoración visual en el músculo *rectus abdominis* de bovino. Si bien otros factores han sido identificados como los principales responsables de la variación en la luminosidad de la carne. En un trabajo realizado por Pérez y col., (1998) con carne de pollo, cerdo y ternera, llegan a la conclusión de que el contenido en grasa es otro factor para tener en cuenta sobre esta coordenada, pues las materias primas con mayor contenido en grasa son las que presentan mayores valores de  $L^*$ .



**Gráfico 5.** Valores de fuerza de corte (Terneza) según tratamiento y tiempo de maduración. Letras diferentes (a, b, c) para un mismo tratamiento difieren estadísticamente ( $p < 0.05$ ).

Cuando se analizó la terneza de la carne, se observó una diferencia importante según tratamiento y se identificó una interacción de los valores de fuerza de corte con los tiempos de maduración como se muestran en el gráfico No. 5. Se encuentra afectada principalmente por el descenso de pH, la tasa de enfriamiento, la estimulación eléctrica, el periodo de maduración, el envasado, el manejo, preparación de los cortes y su cocción (Brito y col., 2002). Sin embargo, existen otros factores que influyen en el resultado final de terneza, como especie, raza, edad, sexo, tipo de músculo (Sinex, citado por Takahashi, 1996), contenido de tejido conectivo, colágeno (Griffin, citado por Barriada, 1995), colágeno soluble (Dransfield, citado por Barriada, 1995) y grasa intramuscular (Lawrie, 1998; Brito y col., 2002, Feed y Franco, 2004).

Jimeno y col., (1996), afirmó que el contenido de colágeno aumenta con la edad, hasta los 12-14 meses, momento en que tiende a estabilizarse, mientras que la solubilidad del colágeno disminuye conforme el animal crece, lo que hace que la carne de los animales de mayor edad sea más dura.

es menor en machos enteros que en machos castrados, registrándose los mayores valores en las hembras, debido a que presentan en general mayores niveles de engrasamiento que los machos castrados, y éstos mayor que los machos enteros, debido a su mayor precocidad (Peluffo y Monteiro, 2002).

Según estos autores un alto plano nutricional y un rápido crecimiento (invernadas intensivas, feed lot) provocan un alto índice de síntesis de colágeno. El nuevo colágeno sintetizado diluye al antiguo colágeno estable al calor, haciéndolo en promedio más inestable, resultando de esta forma en un músculo con mayor terneza. Esto modifica la composición muscular y la deposición de tejido magro, llevando a un menor contenido de agua y una mejora de la terneza, asociada a una menor cantidad de tejido conectivo y mayores grados de marmoreo (Depetris y Santini, 2005).

Lo anteriormente mencionado se ve reflejado en el gráfico No. 5, en donde los animales de CAMPO NATURAL lograron una carne menos tierna con relación a los de PRADERA y VERDEO para los mismos tiempos de maduración. La carne producida en CAMPO NATURAL necesitó una maduración mínima de 14 días para alcanzar los mínimos valores de terneza (< 4.5 Kg), para las PRADERAs serían suficientes 7 días, mientras las de VERDEO a las 72 horas de la faena (día 0), se lograron valores correspondientes a una carne tierna.

Diversos autores destacan el efecto positivo de la maduración sobre la terneza (Ahmed y col., 1991; Jones y col., 1991; Huff y Parrish, 1993). En un trabajo desarrollado por Campo y col. (1998) se evalúan los efectos del tiempo de maduración, de la raza y de la interacción entre ambos, sobre la textura de la carne de ternera de 7 razas autóctonas españolas. Llegando a la conclusión que el tiempo de maduración de la carne es quien tiene el principal efecto sobre esta característica.

En un trabajo realizado por Realini y col. (2004), en donde se utilizaron vacas de raza Hereford engordadas con pastura o concentrado, se observó en los animales de pasturas una disminución en la fuerza de corte para los días 0, 7 y 14 de maduración respectivamente.

Por su parte Mandell y col. (1998) trabajaron con vacas de descarte de razas carniceras y lecheras a los efectos de medir características de calidad de canal y carne. En sus resultados observaron que el tiempo de maduración no afectó el pH, pero sí generó diferencias en la terneza.

Lagomarsino y col. (2015), en un estudio realizado en Uruguay con vacas de raza carnicera, en donde se analizaron muestras de bife angosto, encontró que la terneza (medida como fuerza de corte) no se vio afectada por los diferentes tratamientos. Sin embargo, existió una diferencia según los tiempos de maduración (7 y 21 días). Cuando las muestras de los tratamientos que utilizaron pasturas fueron maduradas por un período de 7 días, el 60% se encontraban en valores por encima de 4,5 kg (menor aceptabilidad por los consumidores), y cuando la maduración aumentó a 21 días, en los tratamientos basados exclusivamente sobre pasturas, el 100% se encontró por debajo de este valor.

- COMPOSICIÓN DE ÁCIDOS GRASOS DEL MÚSCULO

**Cuadro 12.** Composición porcentual de ácidos grasos del músculo *longissimus dorsi* según tratamientos.

	VERDEO	PRADERA	CAMPO NATURAL	P=f	
14 0 Mirístico	2,69 ± 0,22	2,62 ± 0,22	2,85 ± 0,22	0.778	
16 0 Palmítico	30,8 ± 1,04	32,4 ± 1,04	35,1 ± 1,06	0.075	
18 0 Esteárico	20,7 ± 0,63	19,8 ± 0,63	20,5 ± 0,67	0.6066	
16 1n7 Palmitoleico	2,62 ± 0,10	2,78 ± 0,10	2,98 ± 0,11	0.2179	

18 1 n9 Oleico	41,9 ± 0,88	44,8 ± 0,88	40,4 ± 0,93	0.0895	
18 1 n7 Vaccenico	0,91 ± 0,03	0,99 ± 0,03	1,11 ± 0,03	0.0661	
18 2 n6 Linoleico	1,32 b ± 0,19	1,96 b ± 0,19	3,49 a ± 0,20	0.0103	
18 3 n3 Linolénico	0,71 ± 0,09	0,97 ± 0,09	1,25 ± 0,09	0.0599	
20 4 n6 Araquidónico	0,63 b ± 0,10	0,78 b ± 0,10	1,60 a ± 0,11	0.0156	
20 5 n3 Eicopentaenoico	0,34 b ± 0,04	0,36 b ± 0,04	0,67 a ± 0,04	0.025	
AGS	54.19	54.82	58.45		
AGM	45.43	48.57	44.49		
AGPI	3	4.07	7.01		
P/S	0.055	0.074	0.12		
n6/n3	1.85	2.06	2.65		

AGS: Ácidos Grasos Saturados, AGMI: Ácidos Grasos Monoinsaturados, AGPI: Ácidos Grasos Poliinsaturados, P/S: Relación Poliinsaturados/Saturados, n6/n3: Relación n6/n3. Letras diferentes (a, b) en la misma fila difieren estadísticamente ( $p < 0.0001$ )

En términos generales la grasa intramuscular bovina consiste en un promedio de 0.45 - 0.48 de ácidos grasos saturados (AGS), 0.35 - 0.45 de ácidos grasos monoinsaturados (AGMI) y no más de 0.05 de ácidos grasos poliinsaturados (AGPI), sobre el total de ácidos grasos (Reas y col., 2001).

Los **Ácidos Grasos Saturados (AGS)** representan entre un 54% a 58% del total de AG de la GIM (grasa intramuscular). Dentro de esta categoría tenemos el ácido Mirístico (14:0), el cual se encuentra en un valor bajo que varió desde 2.62 a 2.85 entre los tratamientos y no presentó diferencias significativas. Es considerado un AG contraproducente para la salud humana ya que incrementa el colesterol de las LDL (lipoproteínas de baja densidad), considerado como colesterol malo. Pero tiene poca influencia por su baja proporción.

A la fecha existe consenso de que la concentración de AGS en el plasma sanguíneo, particularmente del ácido palmítico (C16:0) se asocia con un mayor riesgo de enfermedad cardiovascular (ECV) y ataques al corazón (Arias y col., 2006), por producir un incremento del colesterol de las LDL (FAO, 2010). Justamente este ácido graso, es dentro de este grupo el que tiene mayor porcentaje y presentó una tendencia (0.075) a predominar en el CN.

De los AGS, el segundo más importante en proporción (20%) es el ácido Esteárico (18:0), sobre el cual no se observó diferencia significativa entre tratamientos. Pero a diferencia de los otros dos, este no tiene efecto sobre las LDL. La biohidrogenación ruminal de los lípidos de la dieta es responsable de los altos niveles de ácidos grasos saturados en grasa de rumiantes, una característica considerada indeseable para algunos aspectos de la salud humana (Bauman y col., 1999).

En el grupo de los **Ácidos Grasos Monoinsaturados (AGMI)** tenemos el ácido Palmitoleico (16:1 n7), dentro de estos su proporción es baja (2.62 a 2.98 %) y no se observó diferencia significativa entre tratamientos. Es un ácido graso importante porque además de ser MI pertenece al grupo de la omega 7, participa en el control de los niveles de colesterol y triglicéridos en sangre, ayuda a mantener los niveles de glucosa, control de la inflamación en células pancreáticas y disminución de la resistencia a la insulina (Nestel y col., 1994).

El ácido Oleico (18:1 n9) es aún de mayor importancia ya que su proporción es alta. En este se observó una tendencia a predominar en la PRADERA. Es parte de la serie omega 9, y estos ejercen una acción beneficiosa sobre los vasos sanguíneos reduciendo el riesgo de enfermedades cardiovasculares (FAO, 2010).

Según Lourenço y col., (2008), animales alimentados con pasturas botánicamente diversas aumentaron en rumen el contenido de C18: 1 t11 (ácido transvaccénico) y CLA c9t11 (ácido linoleico conjugado), lo que se reflejó en mayores proporciones de CLA c9t11 y C18: 1 t11 en leche y GIM en la mayoría de los estudios reportado en esta revisión. Este mayor nivel de C18: 1 t11 es causado por la reducción de la conversión de C18: 1 t11 a C18: 0, lo que podría deberse a cambios en la población microbiana del rumen. También menciona que los forrajes botánicamente diversos afectan el metabolismo de los AG en el rumen, y provocan un mayor flujo de salida de CLA c9t11 y C18: 1 t11, que es reflejado en mayores proporciones de CLA c9t11 (Lourenço y col., 2008).

Por último, tenemos el ácido vaccénico (18:1 n7), que a pesar de encontrarse en una proporción muy baja en el músculo presentó una tendencia a predominar en CAMPO NATURAL y menor VERDEO, el mismo colabora en la reducción del colesterol de las LDL (Lipoproteínas de baja densidad) y la relación colesterol total/colesterol HDL (Lipoproteínas de alta densidad). A su vez adquiere una gran importancia porque a partir de este se puede sintetizar en forma endógena el CLA (ácido linoleico conjugado) (Bauman y col., 1999).

Dentro de los **Ácidos Grasos Poliinsaturados (AGPI)**, estos alcanzan valores de 11% en la grasa intramuscular y de 3% en el resto de los depósitos adiposos (Bas y Sauvant, 2001).

El ácido Linoleico (18:2 n6), perteneciente al grupo de omega 6, es el que se encuentra en mayor proporción. Se obtuvo diferencia significativa entre los tratamientos, siendo la carne de los animales de CAMPO NATURAL la que presentó los valores más altos y la de VERDEO los más bajo. La mayor concentración presente en la carne de estos animales resulta relevante por ser un ácido graso esencial (FAO, 2010) y por los amplios beneficios para la salud que se le han atribuido; efectos anticancerígenos (McGuire y McGuire, 1999), el modificar la partición de la energía reduciendo la deposición de grasas y la obesidad (Cook y col., 1996), efectos positivos sobre el sistema inmune, la arteriosclerosis, sobre los procesos de osificación y sobre la diabetes (Bauman and Griinari., 2001). En animales alimentados a granos, que no es el caso, este

AG aumenta su valor, lo que hace que la relación n6/n3 suba en comparación con carne de animales en pastoreo (García, 1995).

En este grupo también tenemos el ácido Linolénico (18:3 n3), que se encuentra en una baja proporción, pero presentó una tendencia a mayor concentración en CN, donde se encontró en mayor cantidad (1.25 %) mientras que en menor cantidad se encontró en el VERDEO (0.71), esto se podría relacionar con una mayor biodiversidad de las pasturas. Al igual que el Ac linoleico, es un ácido graso esencial porque no puede ser sintetizado por el organismo (FAO,2010). En animales sobre pasturas hay un exceso de ácido linoleico proveniente de los pastos (García, 1995), que algunos logran escapar la biohidrogenación del rumen y llegar como tal al tejido muscular.

En el ácido Araquidónico (20:4 n6), se obtuvieron diferencias significativas entre tratamientos que fueron similares a los otros AGPI, siendo el CN el que más proporción obtuvo, luego la PRADERA y por último el VERDEO. Este un AGPI perteneciente al grupo de omega 6, su proporción es muy baja, pero tiene gran importancia en la salud, no se considera esencial para un adulto sano cuya dieta habitual proporciona cantidades de ácido linoleico mayores de 2.5% pero si lo es para lactantes entre 0-6 meses de edad (FAO,2010).

Por último, el ácido Eicopentaenoico (20:5 n3) es otro de la serie omega 3, este presentó una diferencia significativa con una mayor concentración en el CAMPO NATURAL. Tiene un beneficio potencial con relación a la salud cardiovascular, especialmente en aquellos individuos que ya han sufrido un infarto (Martínez Marín, 2007).

En el cuadro n<sup>o</sup> 12, observando la última parte del cuadro, donde se muestran los totales de los ácidos grasos y las relaciones.

Podemos observar que los **AGS** representan más del 50% del total de ácidos grasos, predominando en el tratamiento CN con un 58,45%. Plascencia y col. (2005) agregan que, los lípidos presentes en los forrajes se encuentran en forma de ácidos grasos poliinsaturados esterificados como galactosilglicéridos, dicha fracción no supera el 1.5% total de la materia seca de la dieta. Como resultado del proceso de biohidrogenación pasan al intestino delgado una pequeña proporción de ácidos grasos insaturados. La gran mayoría de los ácidos grasos ingeridos en la dieta pasan a formar parte del tejido adiposo y de la leche de los rumiantes, en forma de ácidos grasos saturados (Martínez y col. 2010).

Aproximadamente entre un 40 y 50 % de la grasa de la carne está compuesta por los **AGMI**. Lo que es similar a lo concluido por Higgs (2000), el principal AGMI es el ácido oleico y aproximadamente entre un 30 y 40% de la grasa de la carne está compuesta por los AGMI. En los resultados se puede observar que el valor más alto fue para la PRADERA, 48,5%.

Para los **AGPI**, fue mayor el valor alcanzado por las vacas alimentadas en CAMPO NATURAL (7.01) con respecto a los alcanzados por las

alimentadas en pasturas sembradas, que fueron de 4.07 para la PRADERA y 3 para los VERDEOS.

La importancia de esta mayor concentración radica en los beneficios ya mencionados sobre la salud cardiovascular de estos AG, especialmente del EPA y el DHA que tienen potencial beneficios, especialmente en aquellos individuos que ya han sufrido un infarto (Saadoun y Cabrera., 2012).

Se visualiza un gradiente en la concentración de AGPI desde el tratamiento CN (pastura diversa) hacia la pastura única como el VERDEO. Esto mismo concluyó Lourenc\_o y col. (2008), cuando vio que pasturas botánicamente diversas pueden afectar el metabolismo de los AG en el rumen de los animales, provocando un mayor flujo de salida de CLA c9t11 y ácido trasvaccénico, lo cual aumenta la proporción de CLA c9t11 en los productos de esos rumiantes. Esto puede estar asociado a cambios en la composición química de las pasturas o también a metabolitos secundarios de algunas plantas.

La relación de **P:S** (tomada como (18: 2 + 18: 3) / (14: 0 + 16: 0 + 18: 0)) para la carne de res suele ser de aproximadamente 0,1, excepto en el caso de los animales con doble musculatura que son muy magros (<1% del GIM) donde las relaciones P:S son típicamente de 0.5 a 0.7 (Reas y col., 2001).

Desde el punto de vista de la salud del consumidor el valor recomendado de la relación **P:S** es 0.4 o más alto (WHO, 2003). En los tratamientos evaluados, se obtuvieron relaciones por debajo del valor recomendado, siendo la relación más alta la que se obtuvo en la carne de CAMPO NATURAL (0.12).

El contenido de ácidos grasos saturados (SFA) y monoinsaturados (MUFA) aumentó con el aumento de la grasa, lo que resultó en una disminución en la proporción relativa de PUFA y, en consecuencia, en la relación P / S. La dilución de fosfolípidos con triacilgliceroles y las distintas diferencias en la composición de ácidos grasos de estas fracciones explican la disminución de la relación P / S con el aumento de la gordura (De Smet y col., 2004)

La mayor relación obtenida en CAMPO NATURAL coincide con la menor ganancia diaria y el menor peso final de los animales de este tratamiento, lo que se traduce en una menor deposición de grasa intramuscular y una menor concentración de triglicéridos, ricos en AGS.

En los tratamientos la **relación n-6: n-3** (ácido linoleico y ácido linolénico) estuvo entre 1,85 en la carne producida en raigrás hasta 2.65 en la producida en CAMPO NATURAL. Esta relación adquiere importancia porque si es igual o menor a 4, habría una acción como inmuno-estimulante preventivo de enfermedades cardiovasculares. En la carne de res es beneficiosamente baja, por lo general menos de 3, lo que refleja las considerables cantidades de AGPI n3 beneficiosos en la carne de res, especialmente 18: 3 n3 (Ácido linolénico) y el AGPI de cadena larga, EPA y DHA.

Resulta interesante destacar que la carne producida en condiciones de pastoreo presentó proporciones n-6: n-3 óptimas para la prevención de enfermedades cardiovasculares. Además de tener una menor concentración de grasa y de colesterol, tuvo un mayor contenido de ácido linoléico omega-3 y una menor relación de ácidos linoléicos omega-6/omega-3 (Santini y col., 2003).

A medida que la grasa intramuscular aumenta, los triglicéridos, los cuales son ricos en AGS, incrementan más rápidamente que los fosfolípidos (los cuales son ricos en AGPI), conduciendo a una disminución en la relación AGPI/AGS (Raes y col., 2004).

La carne magra es más alta en AGPI y más baja en AGS (menos de 2 g por 100 g de carne), el dressing (eliminación de la grasa de cobertura) afecta las proporciones de ácidos grasos, ya que como se recorta la grasa visible y ésta es la más alta en AGS (37 g por 100 g de carne) se verán aumentados los otros ácidos grasos (Li y Watkins, 2005).

El nivel de grasa también influye en la relación PUFA n-6: n-3, debido a la diferencia de esta relación en los lípidos polares y neutros (De Smet y col., 2004).

Desde la perspectiva de la nutrición humana, el contenido de grasa de las carnes puede ser reducido y la composición de sus ácidos grasos mejorados cuando el principal componente de la dieta lo constituye el forraje de calidad que proveen las pasturas templadas (Santini y col., 2003).

A pesar de que existen evidencias de que el consumo de pasto incrementa la relación de AGPI (Ácidos Grasos Polinsaturados) n-6/ n-3, varios estudios confunden los efectos de la dieta con los efectos de los pesos de faena o el grado de terminación (Santini y col., 2003).

Por lo tanto, cambios en gordura debido a diferencias en el consumo de energía pueden confundir los efectos de la dieta sobre la composición en ácidos grasos de la grasa intramuscular. Para evitar estos efectos confundidos, French y col., (2000) realizó un ensayo con el fin de evaluar los efectos de la dieta sobre la composición de la grasa intramuscular en novillos con similares ganancias de peso. Relacionado a la composición en ácidos grasos y sus efectos en la salud humana, las grasas de los rumiantes son importante fuente de isómeros de ácidos linoleicos conjugados (CLA), principalmente los isómeros cis-9-trans-11 (Chin y col., 1992) los que se originan en la hidrogenación microbiana en rumen de los ácidos linoleicos y linoléicos de la dieta (Kepler y Tove, 1967). Estos CLAs están siendo reconsiderados por sus comprobadas propiedades anticancerígenas y antiterogénicas tanto en animales de laboratorio como en humanos (Santini y col., 2003).

- **CONCLUSIONES**

Desde el punto de vista productivo, las vacas terminadas en VERDEO y PRADERA obtuvieron mayor peso vivo a la faena y mejores características de canal y calidad de carne.

La composición de ácidos grasos de la carne de vacas terminadas en CAMPO NATURAL fue la más beneficiosa para la salud del consumidor, pero la calidad sensorial fue inferior. Al aumentar los días de maduración se logro igualar la ternesa.

- **BIBLIOGRAFÍA**

- Abughazaleh, A.A., Jacobson, B.N. (2007) The effect of pH and polyunsaturated C18 fatty acid source on the production of vaccenic acid and conjugated linoleic acid in ruminal cultures incubated with docosahexaenoic acid. *Anim. Feed Sci. Tech.* 136:11-22.
- Adelino, E.S. (2002) Influencia de la raza y del peso vivo al sacrificio sobre la evolución de la calidad de la carne bovina a lo largo de la maduración. Tesis Doctoral. Facultad de Veterinaria. Universidad de Zaragoza. 282 p.
- Agazzi, A., Bayourthe, C., Nicot, M.C., Troegelermeynadier, A., Monocoulon, R., Enjanbert, P. (2004) In situ ruminal biohydrogenation of fatty acids from extruded soybeans: effects of dietary adaptation and of mixing with lecithin or wheat straw. *Anim. Feed Sci. Tech.* 117:165-175.
- Aguirre, E. (2018) Evolución reciente de la productividad ganadera en Uruguay (2010-17). Metodología y primeros resultados. *Anuario OPYPA* 2018:457-470.
- Agustoni Pais, F., Bussi Caminiti, C., Shimabukuro Tisnés, M. (2008) Efecto de la asignación de forraje sobre la productividad de una pastura de segundo año. Tesis. Facultad de Agronomía, UDELAR. 98p.
- Ahmed, P.O., Miller, M.F., Young, L.L., Reagan, J.O. (1991) Hot-Fat Trimming and Electrical Stimulation Effects on Beef Quality. *J. Food Sci.*, 56 (6): 1484-1488.
- Albertí, P., Panea, B., Ripio, G., Sañudo, C., Olleta, J.L., Hegueruela, I., Campo, M.M., Serra, X. (2005) Medición del color. Estandarización de las metodologías para evaluar la calidad del producto (animal vivo, canal, carne y grasa) en los rumiantes. Monografía INIA. Serie Ganadera 3: 216-236.
- Albertí, P., Ripoll, P. (2010) Los pigmentos de la carne y factores que afectan su color. En: Bianchi, G., Feed, O. (Eds.). *Introducción a la Ciencia de la Carne*. Montevideo, Hemisferio sur, pp. 115-128.
- Almada Franco, S., Palacios Acosta, M., Villalba Paradedda, S., Zipitria Menchaca, G. (2007) Efectos de la asignación de forraje y la suplementación sobre la productividad de una pastura de raigrás perenne, trébol blanco y lotus corniculatus. Tesis. Facultad de Agronomía. UDELAR. 106p.
- Álvarez, I., De la Fuente, J., Cañeque, V., Díaz, M. T., (2007) Composición en AG y vitamina E de la carne de corderos alimentados con niveles diferentes de concentrado. *INIA*. 168:61-66.
- Araneda, M. (2018) Carnes y derivados. Composición y propiedades. Disponible en: <https://bmeditores.mx/porcicultura/articulos/entorno-porcicola/consumo/carnes-y-derivados-composicion-y-propiedades-1346> Fecha de consulta: 20/8/19.
- Arenares Repetto, G., Quintana Tellería, C., Rivero Cayetano, J. (2011) Efecto de tipo de mezcla forrajera sobre la productividad del segundo año. Tesis. Facultad de Agronomía. UDELAR. 108p

- Arias. R., Keim, J. P., Velásquez, A., Vargas-Bello-Pérez, E. (2006) ¿Son los ácidos grasos de la carne y la leche bovina nocivos para la salud de las personas? *Rev. Chi. Nut.* 43(4): 420-427.
- Ashes, J.R., Siebert, B.D., Gulati, S.K., Cuthbertson, A.Z., Scott, T.W. (1992) Incorporation of n-3 fatty acids of fish oil into tissue and serum lipids of ruminants. *Lipids.* 27:629-631.
- Banni, S., Angioni, E., Casu, V., Melis, M.P., Carta, G., Corongiu, F.P., Thompson, H., Ip, C. (1999) Decrease in linoleic acid metabolites as a potential mechanism in cancer risk reduction by conjugated linoleic acid. *Carcinogenesis*, 20:1019-1024.
- Baptaglin, D., Frizzo, A., Kellermann, F., Pereira, F., Pilau, A., Restle, J., Rocha, M. G., Teixeira, D. (2003) Alternativa de Utilização da Pastagem Hiberna para Recria de Bezerras de Corte. *Rev. Bras. Zoot.* 32(2): 383-392.
- Barriada, M. (1995) Calidad de la Carne: parámetros de referencia y factores que la condicionan. *Información Ganadera* 8:11-22.
- Bas, P., P. Morand-Fehr. (2000) Effect of nutritional factors on fatty composition of lamb fat deposits. *Liv. Prod. Sci.*, 64: 61-79.
- Bas, P., Sauvant, D. (2001) Variations de la composition des dépôts lipidiques chez les bovins. *Prod. Anim.* 14: 311- 322.
- Bauman, D.E., Baumgard, L.H., Corl, B.A., Griinari, J.M. (1999) Biosynthesis of conjugated linoleic acid in ruminants. *Sci. J. Anim. Sci.* 77:1-15.
- Bauman, D.E., Griinari, J.M. (1999) Biosynthesis of conjugated linoleic acid and its incorporation into meat and milk in ruminants. En: Yurawecz, M. P. *Advances in Conjugated Linoleic Acid Research*, 1º, Champaign, AOCS Press, p180-200.
- Bauman, D.E., Griinari, J.M. (2001) Regulation and nutritional manipulation of milk fat: lowfat milk syndrome. *Liv. Prod. Sci.*, 70: 15-29.
- Bavera, G. (2006) Desbaste o merma. Disponible en: [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/comercializacion/06-desbaste\\_o\\_merma.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/comercializacion/06-desbaste_o_merma.pdf). Fecha de consulta: 13/9/19.
- Berretta, E. J. (1995) CAMPO NATURAL: valor nutritivo y manejo. INIA. 80: 113-127.
- Berretta, E. J. (2003) 1Aspectos de manejo del CAMPO NATURAL. *Rev. Plan Agro.* 108: 29-32.
- Bervejillo, J. (2018) Comportamiento del sector carne vacuna. Anuario OPYPA. P 43-67.
- Bianchi, G., Bentancur, O., Sañudo, C. (2004) Efecto del tipo genético y del tiempo de maduración sobre la terneza de la carne de corderos pesados. *Agrociencia.* 8(1):41-50
- Bianchi, G., Bentancur, O., Garibotto, G., Feed, O., Franco, J., Sañudo, C. (2006) Efecto del tiempo de maduración post mortem sobre la calidad sensorial de la carne de corderos corriedale y cruza. *Agrociencia.* 10(1):81-87.

- Boggiano, P.; Zanoniani, R.; Millot, J. C. (2005). Respuestas del CAMPO NATURAL a manejos con niveles crecientes de intervención. Seminario de actualización técnica en manejo de CAMPO NATURAL. INIA. 151:105-114.
- Boleman, S.J., Millar, R.K., Buyck, M.J., Cross, H.R., Savell, J.W. (1996) Influence of realimentation of mature cows on maturity, color, collagen solubility, and sensory characteristics. J. Anim. Sci. 74(9): 2187-2194.
- Bolte, R. (2000) Palatability and color of red meat from forage and concentrate fed livestock. Disponible en: [http://uwadmnweb.uwyo.edu/rinewableresources/range/powell/palatability\\_of\\_meat](http://uwadmnweb.uwyo.edu/rinewableresources/range/powell/palatability_of_meat). Fecha de consulta: 27/6/19.
- Braña, D., Ramírez, E., Rubio, M., Sánchez, A., Torrescano, G., Arenas, M., Partida de la Peña, J.A., Ponce, E., Ríos, F. (2011) Manual de análisis de calidad en muestras de carne. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/376160306/3-Manual-de-Analisis-de-Calidad-en-Muestras-de-Carne-pdf> Fecha de consulta: 21/8/19.
- Brito, G., De Mattos, D., Montossi, F. (2002) Situación y perspectivas de la investigación en calidad de carnes en el Uruguay; el enfoque de INIA. En: Congreso Latinoamericano de Buiatría. 10º Paysandú, Uruguay. p. 182-187.
- Brito G., Lagomarsino, X., San Julián, R., del Campo, M. (2013) Efecto de diferentes sistemas de producción en el crecimiento animal, la calidad de la canal y de la carne en novillos de cruce británica. INIA. 211:137-153.
- Brito, G., Luzardo, S., Montossi, F., San Julián, R., Cuadro, R., Risso, D. (2014) Engorde de novillos Hereford mediante diferentes asignaciones de forraje y niveles de suplementación: su efecto en la calidad de la canal y la carne. INIA. 217:155-167.
- Castro, L. (1999). Principales aspectos sobre calidad de carnes. En: XXVIII Jornadas Uruguayas de Buiatría. Paysandú, Uruguay. P.60-63.
- Campo, M., Sañudo, C., Panea, B., Albertí, P., Santolaria, P. (1998) Breed and ageing time on textural sensory characteristics of beef strip loin steaks. Congress of Meat Science and Technology, 44º. Barcelona, España. p: 898-899.
- Campo, M.M. (1999) Influencia de la raza sobre la textura y las características sensoriales de la carne bovina a lo largo de la maduración. Tesis Doctoral. Universidad de Zaragoza. Facultad de Veterinaria. 255 p.
- Campo, M.M., Santolaria, P., Sañudo, C., Lepetit, J., Olleta, J.L., Panea, B., Albertí, P. (2000) Assessment of breed type and ageing time effects on beef meat quality using two different texture devices. Meat Sci. 55:371-378.
- Carámbula, M., (1996) Pasturas naturales mejoradas. Montevideo, Hemisferio sur. P524.
- Carámbula, M., (2004) Pasturas y forrajes; manejo, persistencia y renovación de pasturas. Montevideo. Hemisferio sur. V1-3,
- Castañeda Serrano, R. D., Peñuela Sierra, L. M. (2010) Ácidos grasos en la carne bovina: Confinamiento VS. Pastoreo. Disponible en:

<https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/acidograsos-carne-bovina-t28540.htm> Fecha de consulta: 30/8/19.

- Cayley, J., Bird, P. (1991) Techniques for measuring pastures. Disponible en: <https://www.evergraze.com.au/wp-content/uploads/2013/09/Techniques-for-measuring-pastures1.pdf> Fecha de consulta: 12/8/19.
- Chin, S.F., Liu, W., Storkson, J.M., Ha, Y.L., Pariza, M.W. (1992) Dietary sources of conjugated dienoic isomers of linoleic acid, a newly recognized class of anticarcinogens. *J. Food. Comp. Anal.*, 5: 185-197.
- Choi, N., Park, H.G., Kim, J.H., Hwang, H., Kwon, K.H., Yoon, J.A., Kwon, E.G., Chang, J., Hwang, I.H., Kim, Y.J. (2009). Characterization of environmental factors in Conjugated Linoleic Acid Production by mixed rumen bacteria. *J. Agric. Food Chem.* 57:9263-9267.
- Connor, W. E. (2000) Importance of n-3 fatty acids in health and disease. *Am. J. Clin. Nutr.* 71(1):171-175.
- Cook, M. E., Pariza, M. W., Park, Y. (1996) Method for reducing body fat in animals. Disponible en : <https://patentimages.storage.googleapis.com/07/e9/ca/ed594f0f724e62/US554646.pdf>. Fecha de consulta: 12/8/19.
- Davey, G.W., Gilbert, K.V. (1969) Studies in meat tenderness. 7.Changes in the fine structure of meat during aging. *J. Food Sci.* 34: 69-74.
- Denoyelle, C., Berny, F. (1999) Objective measurement of veal color for classification purposes. *Meat Sci.* 53(3): 203-209.
- Depetris, G., Santini, F. (2010) Calidad de la carne asociada al sistema de producción. Disponible en: [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/carne\\_y\\_subproductos/63-calidad\\_carne.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/carne_y_subproductos/63-calidad_carne.pdf) Fecha de consulta: 15/8/19.
- Destefanis, G., Barge, M.T., Brugiapaglia, A., Tassone, S., (2000) The use of principal component analysis (PCA) to characterize beef. *Meat Sci.* 56(3): 255-259.
- De Brito, G. F., Holman, B. W., McGrathc, S. R., Friend, M. A., Van de Vene, R., Hopkins, D. L. (2017) The effect of forage-types on the fatty acid profile, lipid and protein oxidation, and retail colour stability of muscles from White Dorper lambs. *Meat Sci.* 120: 81-90.
- De la Fuente, J., Álvarez, I., Díaz, M., Pérez, C., Cañeque, V., (2005). Determinación de los pigmentos de la carne por espectrofotometría. En: Cañeque, V.; Sañudo, C. (Eds.). Estandarización de las metodologías para evaluar la calidad del producto (animal vivo, canal, carne y grasa) en los rumiantes. Madrid, INIA, p. 226-236.
- De la Fuente, J., Díaz, M. T., Álvarez, I., Oliver, M. A., Font, M., Furnols, I., Sañudo, C., Campo, M. M., Montossi, F., Nute, G R., Cañeque, V. (2009). Fatty acid and vitamin E composition of intramuscular fat in cattle reared in different production systems. *Meat Sci.* 82(3):331-337.
- De La Torre, A., Debiton, E., Juanéda, P., Durand, D., Chardigny, J.M., Barthomeuf, C., Bauchart, D., Gruffat, D. (2006) Beef conjugated linoleic

acid isomers reduce human cancer cell growth even when associated with other beef fatty acids. Br. J. Nutr. 95:346-352.

- De La Torre, M. S., Pouzo, L. E., Duckett, S., Pavan, E. (2013) Grasa bovina con un perfil de ácidos grasos mejorado: bajo contenido de grasas saturadas y alto de CLA cis-9, trans-11. Av. Cal. Car. Bov. N° 92:58-61
- De León, F. (2018) Ganadería vacuna y lanar. Anuario DIEA. P 45-55.
- De Smet, S., Raes, K., Demeyer, D., (2004) Meat fatty acid composition as affected by fatness and genetic factors: a review. Anim. Res. 53(2): 81-98.
- De Souza Domenech, P.A., Presno Sandar, J.P. (2013) Productividad invierno - primavera de PRADERAs mezclas con *festuca arundinacea* o *dactylis glomerata* en su tercer año pastoreadas con novillos holando con distintas dotaciones. Tesis. Facultad de Agronomía. UDELAR. P 150.
- Di Marco, O. (1993) Crecimiento y respuesta animal. AAPA. Bs. As. Fac. Cs. Agra. 129 p.
- Di Marco, O. (2006) Rendimiento de la res. INTA - Fac. Cs. Agrarias. P1-15.
- Dierking, R.M., Kallenbach, R.L., Grün, I.U., (2010) Effect of forage species on fatty acid content and performance of pasture-finished steers. Meat Sci. 85:597-605.
- Doreau, M., Ferlay, A. (1994) Digestion and utilisation of fatty acids by ruminants. Anim. Feed. Sci. Tech., 45:379-396.
- Duckett, S. K., Neel, J. P. S., Lewis, R. M., Fontenot, J. P., Clapham, W. M. (2013). Effects of forage species or concentrate finishing on animal performance, carcass and meat quality. J Anim Sci. 91:1454-1467.
- Enser, M., Hallet, K.G., Hewett, B., Fursey, G.A.J., Wood, J.D., Harrington, G. (1998) Fatty acid content and composition of UK beef and lamb muscle in relation to production system and implications for human nutrition. Meat Sci.,49: 329-334.
- Etchanique Itzaina, M.A., Gonzalez Rodriguez, G.M. (2010) Efecto de diferentes factores y decisiones en distintos segmentos de la cadena cárnica sobre el ph de la carne vacuna, en invierno. Tesis. Facultad de Veterinaria. UDELAR. P 85.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) (2010). Fats and fatty acids in human nutrition: Report of an expert consultation. Disponible en: <http://www.fao.org/3/i1953s/i1953s.pdf>  
Fecha de consulta: 20/9/19.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) (2019). Disponible en: [http://www.fao.org/ag/aginfo/themes/es/meat/backgr\\_composition.html](http://www.fao.org/ag/aginfo/themes/es/meat/backgr_composition.html).  
Fecha de consulta: 10/8/19.
- Fraser, M. D., Speijers, H. M., Theobald, V. J., Fychan, R., Jones, R. (2004) Production performance and meat quality of grazing lambs finished on red clover, lucerne or perennial ryegrass swards. Disponible en:

<https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.2004.00436.x> Fecha de consulta: 11/8/19.

- Fraser, M.D., Davies, D.A., Vale, J.E., Nute, G.R., Hallet, K.G., Richardsin, R.I., Wrigth, I.A. (2008) Performance and meat quality of native and continental cross steers grazing improved upland pasture or semi-natural rough grazing. *Livest. Sci.* 123:70–82.
- Faustman, C., Cassens, R. G., Schaefer, D. M., Buege, D. R., Williams, S. N., Scheller, K. K. (1989) Improvement of pigment and lipid stability in Holstein steer beef by dietary supplementation with vitamin E. *J. Food Sci.* 54:858-862.
- Feed, O., Franco, J. (2004) Importancia de los factores productivos, tecnológicos y de manejo en la calidad de la canal y de la carne vacuna. INIA. Seminario Técnico pp. 34-45.
- Feed, O. (2009) Metodología para la evaluación de las características cualitativas de la canal y de la carne, calidad de la canal bovina. En: Bianchi, G.; Feed, O. D. (eds) Introducción a la ciencia de la carne. Montevideo, Hemisferio sur. pp. 181 - 214.
- Fernández Mayer, A. (2016) Calidad de la carne vacuna, factores que afectan la terneza, jugosidad y flavor. Disponible en: <https://www.veterinariargentina.com/revista/2016/11/calidad-de-la-carne-vacuna/?hilite=%27fernandez%27%2C%27mayer%27> Fecha de consulta: 12/8/19.
- Flores, M. (2013) Mercado mundial y cadena de valor de la carne bovina. Documento de Trabajo N° 90. Facultad de Ciencias Sociales, UDELAR. 45p.
- Font i Furnols, M., Realini, C.E., Guerrero, L., Oliver, M.A., Sañudo, C., Campo, M.M., Nute, G.R., Cañeque, V., Álvarez, I., San Julián, R., Luzardo, S., Brito, G., Montossi, F. (2009) Acceptability of lamb fed on pasture, concentrate or combinations of both systems by European consumers. *Meat Sci.* 81:196-202.
- Fraga, M.J., Pérez de Ayala, P. (1987) Utilización de grasas en la alimentación. En: C. De Blas (Ed). Alimentación del ganado vacuno lechero. *Bovis.* Madrid. p: 45-55.
- French, P., Stanton, C., Lawless, F., O'riordan, E.G., Monahan, F.J., Caffrey, P.J., Moloney, A.P. (2000.) Fatty acid composition, including conjugated linoleic acid, of intramuscular fat from steers offered grazed grass, grass silage, or concentrate-based diets. *J. Anim. Sci.* 78:2849-2855.
- García, P. T. (1995) Grasa intramuscular y colesterol en carnes bovinas. *Rev. Plan Agro.*, N. 69:12-13.
- Garriz, C. (2001) Calidad organoléptica de la carne vacuna, influencia de factores biológicos y tecnológicos. Disponible en: [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/carne\\_y\\_subproductos/14-calidad\\_organoleptica\\_de\\_la\\_carne\\_vacuna.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/carne_y_subproductos/14-calidad_organoleptica_de_la_carne_vacuna.pdf) Fecha de consulta: 26/8/19.
- Geay, Y., Bauchart, D., Hocquette, J.F., Culioli, J. (2001) Effect of nutritional factors on biochemical, structural and metabolic characteristics of muscles in

ruminants, consequences on dietetic value and sensorial qualities of meat. *Reprod. Nutr. Dev.*, 41:1-26.

- Givens, D.I., Kliem, K.E., Gibbs, R.A. (2006) The role of meat as a source of n-3 polyunsaturated fatty acids in the human diet. *Meat Sci.*, 74: 209-218
- Gómez Miller, R. (2006) Ganadería en el Uruguay. INIA suplemento tecnológico. Disponible en: [http://www.inia.org.uy/publicaciones/documentos/ara/ara\\_192.pdf](http://www.inia.org.uy/publicaciones/documentos/ara/ara_192.pdf) Fecha de consulta:13/8/19.
- Ha, Y.L., Storkson, J., Pariza, M.W. (1990) Inhibition of benzo(a)pyreneinduced mouse forestomach neoplasia by conjugated dienoic derivatives of linoleic acid. *Clin Cancer Res.* 50:1097-1101.
- Harfoot, C.G., Hazlewood, G.P. (1997) Lipid metabolism in the rumen. En: Hobson, P.N.; Stewart, C.S. (eds). *The Rumen Microbial Ecosystem*. Chapman and Hall, London. p.382-426.
- Higgs, J. (2000) The changing nature of red meat: 20 years of improving nutritional quality. *Trends Food Sci. Tech.* 11:85–95.
- Huff, E.J., Parrish, J.R., (1993) Bovine longissimus muscle tenderness as affected by postmortem ageing time, animal age and sex. *J. Food Sci.*, 58 (4), 713-716.
- Hulsegge, B., Engel, B., Buist, W., Merkus, G.S., Klont, R.E., (2001) Instrumental colour classification of veal carcasses. *Meat Sci.*, 57(2): 191-195.
- INAC (Instituto Nacional de Carnes) (2019) Disponible de: <https://www.inac.uy/inac/diae/faena.html> Fecha de consulta: 14/8/19.
- INAC (Instituto Nacional de Carnes) (2019b). Disponible en: <https://www.inac.uy/innovaportal/file/8061/1/exportaciones-por-destino-07-12-2019.pdf> Fecha de consulta: 11/12/2019.
- Ip, C., Chin, S.F., Scimeca, J.A., Pariza, M.W. (1991) Mammary cancer prevention by conjugated dienoic derivative of linoleic acid. *Clin Cancer Res.* 51:6118-6124.
- Ip, C., Singh, M., Thompson, H.J., Scimeca, J.A. (1994) Conjugated Linoleic Acid Suppresses mammary carcinogenesis and proliferative activity of the mammary gland in the rat. *Clin Cancer Res.* 54:1212-1215.
- Jiang T., Busboom J.R., Nelson M.L., O'Fallon J., Ringkob T.P., Rogers-Klette K.R., Joos D., Piper K., (2010) The influence of forage diets and aging on beef palatability. *Meat Sci.* 86:642–650.
- Jimeno, V., Aguado, J.A., Buxadé, C. (1996). Carne de vacuno de calidad. *Bovis* 71: 49-63.
- Jones, S.D.M., Jeremiah, L.E., Tong, A.K.W., Lutz, S., Robertson, W.M. (1991) Intake, growth and meat quality of steers given diets based on varying proportions of maize silage and grass silage. *Can. J. Anim. Sci.* 71:1037-1043.

- Kepler, C.R., Hirons, K.P., Mcneill, J.J., Tove, S.B. (1966) Intermediates and products of the biohydrogenation of linoleic acid by *Butyrivibrio fibrisolvens*. J. Biol. Chem. 241:1350-1354.
- Kepler, C. R., Tove, S. B. (1967) Biohydrogenation of unsaturated fatty acids. Purification and properties of a linoleate  $\delta^{12}$ -*cis*,  $\delta^{11}$ -*trans*-isomerase from *butyrivibrio fibrisolvens*. J. Biol. Chem. 242:5686-5692.
- Koochmaraie, M., Babiker, A.S., Merkel, R.A., Dutson, T.R. (1988). Role of  $Ca^{++}$  Dependent Proteases and Lysosomal Enzymes in Postmortem Changes in Bovine Skeletal Muscle. J Food Sci 53(5):1253-1257.
- Koochmaraie, M. (1996) Biochemical factors regulation the toughening and tenderization process of meat. Meat Sci. 43:193-201.
- Koochmaraie, M, Veiseth, E, Kent, M P, Shackelford, S O, Wheeler, TL. (2003) Understanding and Managing Variation in Meat Tenderness. 40<sup>a</sup> Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. 21-24/07/2003. Conferencia (CD-ROOM). Santa María, RS. Brasil.
- Kritchevsky, D., Tepper, S.A., Wright, S., Tso, P., Czarnecki, S.K. (2000) Influence of conjugated linoleic acid (CLA) on establishment and progression of atherosclerosis in rabbits. J. Am. Coll. Nutr. 19:472-477.
- Lanfranco, B. (2017) Encuesta de percepción. INIA 229:3-10.
- Lagomarsino, X., Cazzuli, F., Montossi, F. (2015) Propuestas Tecnológicas para el engorde de vacas de descarte en las Regiones Ganaderas de Areniscas y Basalto INIA. 236: 9-27.
- Latimori, N.J., Kloster, A.M., García, P.T., Carduza, F.J., Grigioni, G., Pensel, N.A. (2003) Efecto de la dieta y del genotipo sobre indicadores de calidad de carne bovina producida en la Región Pampeana Argentina. En: Pordomingo, A.J. (Ed.). Avances en calidad de carne bovina. Implicancias de la alimentación, la genética y el manejo. Argentina. INTA. 28-35.
- Lawrie, R.A. (1998) Ciencia de la carne. 3<sup>a</sup> ed. Zaragoza, Acribia. 367 p.
- Lee, K.N., Kritchevsky, D., Pariza, M.W. (1994) Conjugated linoleic acid and atherosclerosis in rabbits. Atherosclerosis. 108(1):19-25.
- Lee, M.R.F., Parfitt, L.J., Scollan, N.D., Minchin, F.R., (2007) Lipolysis in red clover with different polyphenol oxidase activities in the presence and absence of rumen fluid. J. Sci. Food Agric. 87:1308–1314.
- Lee, Y., Jenkins, T.C. (2011) Biohydrogenation of linolenic acid to stearic acid by the rumen microbial population yields multiple intermediate conjugated diene isomers. J. Nutr. 141(8):1445-1450.
- Li, Y., Watkins, B.A. (2005) CLA in human nutrition and health: human studies. In: Handbook of functional lipids, Akon, C.C., Ed. CRC. Press, Boca Raton FL.
- Lourenço, M., Van Ranst, G., Vlaeminck, B., De Smet, S., Fievez, V., (2008) Influence of different dietary forages on the fatty acid composition of rumen digesta as well as ruminant meat and milk. Anim. Feed Sci. Tech. 145:418–437.

- Lucero Borja, J., Pouzo, L.B., Langman, L., Carduza, F., Corva, P., Santini, F.J., Pavan, E. (2013) Producción de vaquillonas pesadas en condiciones de pastoreo y su impacto en la terneza de la carne. En: Pordomingo, A.J. Avances en calidad de carne bovina. Implicancias de la alimentación, la genética y el manejo. Argentina, INTA, P: 68-73.
- Lusk, J. L., Roosen, J., Fox, J. A. (2003) Demand for beef from cattle administered growth hormones or fed genetically modified corn: A comparison of consumers in France, Germany, the United Kingdom and the United States. *Am. J. Agr. Econ.* 85(1):16-29.
- Luzardo, S., Cuadro, R., Montossi, F., Brito, G. (2014) Intensificación de sistemas de engorde bovino en la región basáltica En: Berreta, E.; Montossi, F.; Brito, G. (Eds.) Alternativas tecnológicas para los sistemas ganaderos del Basalto. 217:127-154.
- MacDougall, D.B., Rhodes, D.N. (1972) Characteristics of the appearance of meat. III. Studies on the colour of meat from young bulls. *J. Sci. Food Agric.*, 23:637.
- Marmer, W. N., Maxwell, R. J., Williams, J. E. (1984) Effects of dietary regimen and tissue site on bovine fatty acid profiles. *J. Anim. Sci.* 59:109.
- Mandell, I. Gullett, E., Wilton J., Allen, O., Kemp, R. (1998) Effects of breed and dietary energy content within breed on growth performance, carcass and chemical composition and beef quality in Hereford and Simmental steers. *Can. J. Anim. Sci.* 78:533-541.
- Martin, S.A., Jenkins, T.C. (2002) Factors affecting conjugated linoleic acid and transC18:1 fatty acid production by mixed ruminal bacteria. *J. Anim. Sci.* 80:3347-3352.
- Martínez A., Pérez M., Pérez L., Gómez G., Carrión D. (2010) Metabolismo de los lípidos en los rumiantes. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/636/63614217005.pdf> Fecha de consulta: 24/9/19.a
- Martínez Marín, A. L. (2007) Influencia de la nutrición sobre el contenido y tipo de ácidos grasos en la carne de los rumiantes. P 22. Disponible en: [http://www.uco.es/organiza/servicios/publica/az/php/img/web/25\\_13\\_50\\_956\\_RevisionInfluenciaMartinez.pdf](http://www.uco.es/organiza/servicios/publica/az/php/img/web/25_13_50_956_RevisionInfluenciaMartinez.pdf) Fecha de consulta: 18/8/19.
- Martínez Vilorio, F. (2019) Pastoreo alterno. Disponible en: <https://infopastosyforrajes.com/sistemas-de-pastoreo/pastoreo-alterno/>. Fecha de consulta: 19/8/19.
- McGuire, M.A., McGuire, M.K. (1999) Conjugated linoleic acid (CLA): a ruminant fatty acid with beneficial effects on human health. *Sci. J. Anim. Sci.* 77:1-8.
- Minson, D. J., Milford, R. (1967). The voluntary intake and digestibility of diets containing different proportions of legume and mature Pangola Grass (*Digitaria decumbens*). *Aust. J.* 7: 546-551.
- Montossi, F., Pigurina, G., Santamarina, I., Berreta, E. (2000) Selectividad animal y valor nutritivo de la dieta de ovinos y vacunos en sistemas ganaderos: teoría y práctica, INIA 113:14-46.

- Montossi, F., Sañudo, C. (2007). Evaluación y promoción de la calidad de la carne y otros productos agroalimentarios uruguayos en base a los estándares de calidad de la unión europea y en función de los distintos sistemas productivos del Uruguay: componente carnes. INIA. 166:39-53.
- Montoya, C., García, J. F., Barahona, R. (2015) Contenido de ácidos grasos en carne de bovinos cebados en diferentes sistemas de producción en el trópico colombiano. *Vitae*, 22(3):205-214
- Morales, J., Valenzuela, R., González, D., González, M., Tapia, G., Sanhueza, J., Valenzuela, A. (2012) Nuevas fuentes dietarias de ácido alfa-linolénico: una visión crítica. *Rev Chile Nutr* 39(3): 79-87.
- Moseley, J., Moseley, G. (1993) Laboratory methods for estimating nutritive quality; sampling and sample preparation, sampling. En: Davies, A. (ed) *Sward measurement handbook*. The British Grassland Society. 2 ed. pp. 266-268.
- Murray, A.C. (1989) Factors affecting beef color at time of grading. *Can. J. Anim. Sci.* 69:347-355.
- Nestel, P., Clifton, P., Noakes, M. (1994) Effects of increasing dietary palmitoleic acid compared with palmitic and oleic acids on plasma lipids of hypercholesterolemic men. *J. Lip. Res.* 35 (4): 656–662
- Noci, F., Monahan, F.J., French, P., Moloney, A.P. (2005) The fatty acid composition of muscle fat and subcutaneous adipose tissue of pastured beef heifers: Influence of the duration of grazing. *J. Anim. Sci.* 83:1167-1178.
- Nutrinfo (2018) Tabla de composición química de los alimentos. Disponible en: [http://2013.nutrinfo.com/tabla\\_composicion\\_quimica\\_alimentos\\_2018.php?FoodId=1269#label](http://2013.nutrinfo.com/tabla_composicion_quimica_alimentos_2018.php?FoodId=1269#label) Fecha de consulta: 6/7/19.
- Offer, N.M., Marsden, M., Phipps, R.H. (2001) Effect of oil supplementation of a diet containing a high concentration of starch on levels of trans fatty acids and conjugated linoleic acids in bovine milk. *Ani. Sci.* 73:533-540.
- Olmedilla-Alonso, B., Jiménez-Colmenero, F., Sánchez-Muñiz, F. J. (2013) Development and assessment of healthy properties of meat and meat products designed as functional foods. *Meat Sci.* 95(4):919-930.
- Olsson, U., Hertzman, C., Tornberg, E. (1994) The influence of low temperature, type of muscle and electrical stimulation on the course of rigor mortis, ageing and tenderness of beef muscles. *Meat Sci.* 37:115-131.
- Ouali, A., Herrera-Mendez, C., Coulis, G., Becila, S., Boudjellal, A., Aubry, L., Sentandreu, M. (2006) Revisiting the conversion of muscle into meat and the underlying mechanisms. *Meat Sci.* 74(1): 44-58.
- O'Shea, M., BassaganyaRiera, J., Mohede, I.C.M. (2004) Immunomodulatory properties of conjugated linoleic acid. *Am. J. Clin. Nutr.* 79:1199-1206.
- Page, J.K., Wulf, D.M., Schwotzer, T.R. (2001) A survey of beef muscle color and pH. *Sci. J. Anim. Sci.* 79(3):678-687.

- Pariza, M.W., Park, Y., Cook, M.E. (2001) The biologically active isomers of conjugated linoleic acid. *Prog Lipid Res.* 40:283-298.
- Park, P. W., Goins, R. E. (1994). In situ preparation of fatty acid methyl esters for analysis of fatty acid composition in foods. *Jl of Food Sci.* 59:1262–1266.
- Park, Y., Albright, K., Liu, W. (1997) Effect of conjugated linoleic acid on body composition in mice. *Lip. Res.* 32(8):853-858.
- Peluffo Frisch, M., Monteiro Rodríguez, M. (2002) Terneza: una característica a tener en cuenta. *Rev. Plan Agro.* 103:18-21.
- Pérez Álvarez, J.A., Fernández Opez, J., Sayas Barberá, M.E., Cartagena Gracia, R. (1998) Caracterización de los parámetros de color de diferentes materias primas usadas en la industria cárnica. *Eurocarne* 63:115-122.
- Petron, M.J., Raes, K., Claeys, E., Lourenco, M., Fremaut, D., De Smet, S. (2006) Effect of grazing pastures of different botanical composition on antioxidant enzyme activities and oxidative stability of lamb meat. *Meat Sci.* 75: 737–745.
- Piña, M., Olivares, A. (2012) Oferta y disponibilidad de forraje como factores en la selectividad y consumo de la PRADERA. *UChile.* 37:16-23.
- Pischon, T., Hankinson, S.E., Hotamisligil, G.S., Rifai, N., Willett, W.C., Rimm, E.B. (2003) Habitual dietary intake of n3 and n6 fatty acids in relation to inflammatory markers among US men and women. Disponible en: [https://www.ahajournals.org/doi/full/10.1161/01.CIR.0000079224.46084.C2?url\\_ver=Z39.88-2003&rfr\\_id=ori%3Arid%3Acrossref.org&rfr\\_dat=cr\\_pub%3Dpubmed](https://www.ahajournals.org/doi/full/10.1161/01.CIR.0000079224.46084.C2?url_ver=Z39.88-2003&rfr_id=ori%3Arid%3Acrossref.org&rfr_dat=cr_pub%3Dpubmed) Fecha de consulta: 15/8/19.
- Plascencia, A., Mendoza, G.D., Vásquez, C., Zinn, R.A. (2005) Factores que influyen en el valor nutricional de las grasas utilizadas en las dietas para bovinos de engorda en confinamiento: una revisión. *Interciencia* 30: 134-142.
- Poppi, D., Hughes, T., L'hullier, P. (1987) Intake of pasture by grazing ruminants. *N. Z. Soc. Ani. Prod.* 10: 55-63
- Pordomingo, A.J., Pordomingo, A.B., Babinec, F.J., Grigioni, G., Carduza, F., Pilar, G.T. (2012) Finishing on small-grain winter annuals or alfalfa pasture: effects on animal performance, carcass traits, and quality of beef. En: Pordomingo, A.J. (Ed.). *Avances en calidad de carne bovina. Implicancias de la alimentación, la genética y el manejo.* Argentina. INTA. p:180-184.
- Price, J.F., Schweigert, B.S. (1976) *Ciencia de la carne y de los productos cárnicos.* 2 ed. Zaragoza, Acribia, P 581
- Reas K., De Smet S., Demeyer D. (2001) Effect of double-muscling in Belgian Blue young bulls on the intramuscular fatty acid composition with emphasis on conjugated linoleic acid and polyunsaturated fatty acids. *Ani. Sic.* 7(2): 253-260.

- Realini, C. E., Duckett, S. K., Brito, G. W., Dalla Rizza, M., 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 Sci.* 66(3):567-577.
- Realini, C.E., Font i Furnols, M., Guerrero, L., Montossi, F., Campo, M.M., Sañudo, C., Nute, E.R., Alvarez, I., Cañeque, V., Brito, G., Oliver, M.A. (2009) Effect of finishing diet on consumer acceptability of Uruguayan beef, and consumers beef choice associated with country of origin, finishing diet and meat Price. *Meat Sci.* 95(1):14-21.
- Realini, C.E., Guàrdia, M.D., Díaz, I., García-Regueiro, J.A., Arnau, J. (2015) Effects of acerola fruit extract on sensory and shelf-life of salted beef patties from grinds differing in fatty acid composition. *Meat Sci.* 99:18-24.
- Realini, C.E., Brito, G., Montossi, F. (2016) Investigación para el desarrollo de estrategias nutricionales y genéticas que optimicen el contenido y el perfil de ácidos grasos de la carne vacuna uruguaya. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.* 24(4): 189-201.
- Rebuffo, M., Bemhaja, M., Risso, D.F. (2006) Utilization of forage legumes in pastoral systems: state of art in Uruguay. *Lotus Newsletter* 36(1): 22-33.
- Reglamento Bromatológico Nacional, decreto N° 210/018. Disponible en: <https://www.impo.com.uy/bases/decretos-reglamento/210-2018/1> Consultado: 17/02/20.
- Risso, D. (1981) Influencia del manejo en el comportamiento animal y de la pastura. *CIAAB.* 28:1-6.
- Risso, D., Zarza, A. (1981) Producción y utilización de pasturas para engorde. *CIAAB.* 28:7-27.
- Robaina, R. (2012) Algunas definiciones prácticas. P 1-11. Disponible en: [https://www.inac.uy/innovaportal/file/6351/1/algunas\\_definiciones\\_practicas.pdf](https://www.inac.uy/innovaportal/file/6351/1/algunas_definiciones_practicas.pdf) Fecha de consulta: 10/8/19.
- Robles, C.D., Cubit, J. (1981) Influence of Biotic Factors in an Upper Intertidal Community: Dipteran Larvae Grazing on Algae. *-Eco.* 62(6):1536-1547.
- Rocha, M. G., Restle, J., Frizzo, A., Teixeira, D., Baptaglin, D., Kellermann, F., Pilau, A., Pereira, F. (2003) Alternativa de Utilização da Pastagem Hiberna para Recria de Bezerras de Corte. *Rev. Bras. Zoo.* 32(2): 383-392.
- Roche, H.M. (1999). Unsaturated fatty acids. *Proc. Nutr. Soc.* 58:397-401.
- Rovira, P. (2008) Manejo nutritivo de los rodeos de cría en pastoreo. Montevideo, Hemisferio sur. pp. 36-51.
- Saadoun, A., Cabrera, M. C. (2012) Calidad nutricional de la carne bovina producida en Uruguay. P 1-12. Disponible en: [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/carne\\_y\\_subproductos/161-calidad\\_uruguay.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/carne_y_subproductos/161-calidad_uruguay.pdf) Fecha de consulta: 15/8/19.
- Sackmann, J.R., Duckett, S.K., Gillis, M.H., Realini, C.E., Parks, A.H., Eggelston, R.B. (2003) Effects of forage and sunflower oil levels on ruminal

- biohydrogenation of fatty acids and conjugated linoleic acid formation in beef steers fed finishing diets. *J. Anim. Sci.* 81:3174-3181.
- Santamaría J. (2003) El  $\beta$ -caroteno en la reproducción del ganado vacuno. *Alimentación Animal. Rev. Ganad.* 21: 48-51.
  - Santini, F., Rearte, D., Grigera, J.M. (2003) Algunos aspectos sobre la calidad de las carnes bovinas asociadas a los sistemas de producción. P 1-7. Disponible en: [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/carne\\_y\\_subproductos/41-calidad\\_carne.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/carne_y_subproductos/41-calidad_carne.pdf)  
Fecha de consulta: 24/9/19.
  - Sañudo, C., Macie, E.S., Olleta, J.L., Vilarroel, M., Panea, B., Albertí, P. (2004) The effects of slaughter weight breed type and ageing time on beef meat quality using two texture desvice. *Meat Sci.* 66: 925-932.
  - Sato, Y., Nakaya, N., Kuriyama, S., Nishino, Y., Tsubono, Y., Tsuji, I. (2006) Meat consumption and risk of colorectal cancer in Japan: The Miyagi cohort study. *Eur. J. Cancer Prev.* 15(3):211-218.
  - Schmid, A., Collom, M., Sieber, R., Bee, G. (2006) Conjugated linoleic acid in meat and meat products: A review. *Meat Sci.* 73(1): 29-41.
  - Schulze, M. B., Manson, J. E., Willett, W. C., Hu, F. B. (2003) Processed meat intake and incidence of Type 2 diabetes in younger and middle-aged women. *Diabetologia.* 46(11):1465-1473.
  - Shen, X., Dannenberger, D., Nuernber, K., Nuernber, G., Zhao, R. (2011) Trans-18:1 and CLA isomers in rumen and duodenal digesta of bulls fed n-3 and n-6PUFA-based diets. *Lipids.* 46:831-841.
  - Simopoulos, A. P. (1999) Essential fatty acids in health and chronic disease. *Am. J. Clin. Nutr.* 70(3):560-569.
  - Smith, G.C., Culp, P.R., Carpenter, Z.L. (1978) Post mortem ageing of beef carcass. *J. Food Sci.* 44: 1-11.
  - Smith, D., Muir, P., Smith, N. (1997) Between and within variation in meat and fat colour of pasture finished steers. *Congress Proceedings 43 Auckland. New Zealand. Institute. Carey, N.C.* 2005.
  - SNIG (Sistema Nacional de Identificación ganadera). Disponible en: <http://www.mgap.gub.uy/unidad-organizativa/indicadores-basados-en-la-declaracion-jurada-anual-de-existencias-dicose-snig-2019> Fecha de consulta 29/10/19.
  - Takahashi, K. (1996) Structural weakening of skeletal muscle tissue during post-mortem ageing of meat; the non-enzymatic mechanism of meat tenderization. *Meat Sci.* 43(1):67-80.
  - Taylor, R. (2003) Meat tenderness: Theory and Practice. *International Congress of Meat Science and Technology, 49º. Campinas, Brasil.* p: 56-66.
  - Theodorou, M.K., Kingston-Smith, A.H., Winters, A.L., Lee, M.R.F., Minchin, F.R., Morris, P., MacRae, J., (2006) Polyphenols and their influence on gut function and health in ruminants: a review. *Environ. Chem. Lett.* 4:121–126.
  - Troy, D. J., Kerry J. P. (2010) Consumer perception and the role of science in the meat industry. *Meat Sci.* 86(1):214-226.

- Trujillo, A. I., Uriarte, G. (2008) Valor nutritivo de las pasturas. P 1-19.  
Disponible en:  
[http://prodanimal.fagro.edu.uy/cursos/ALIMENTOS%20RUMIANTES/Trujillo\\_Uriarte.VALOR\\_NUTRITIVO\\_PASTURAS.pdf](http://prodanimal.fagro.edu.uy/cursos/ALIMENTOS%20RUMIANTES/Trujillo_Uriarte.VALOR_NUTRITIVO_PASTURAS.pdf) Fecha de consulta: 10/9/19.
- Turner, K.E., Cassida, K.A., Zerby, H.N. (2014) Meat goat kids finished on alfalfa, red clover or orchardgrass pastures: Carcass merit and meat quality. *Meat Sci.* 98: 629–636.
- Turner, K.E., Cassida, K.A., Zerby, H.N., Brown M.A. (2015) Carcass parameters and meat quality in meat-goat kids finished on chicory, birdsfoot trefoil, or red clover pastures. *Meat Sci.* 105: 68–74.
- Van Soest, J. (1982) Nutritional ecology of the ruminant. En: Van Soest, J. (ed) 2ed. Ithaca, Comstock Pub., pp. 23-28
- Varela, A., Oliete, B., Moreno, T., Portela, C., Montserrat, L., Carballo, J.A., Sánchez, L. (2004) Effect of pasture finishing on the meat characteristics and intramuscular fatty acid profile of steers of the Rubia Gallega breed. *Meat Sci.* 67(3):515-522.
- Verbeke, W., Pérez-Cueto, F. J. A., de Barcellos, M. D., Krystallis, A., Grunert, K. G. (2010) European citizen and consumer attitudes and preferences regarding beef and pork. *Meat Sci.* 84(2):284-292.
- Volpi Lagreca, G., Pordomingo, A.J., Alende, M., García, P.T. (2013) Grasa intramuscular y perfil de ácidos grasos de la carne de novillos con diferentes estrategias de recría o terminación. En: Anibal J. Pordomingo. Avances en calidad de carne bovina. Implicancias de la alimentación, la genética y el manejo. Argentina. INTA. P 80-88.
- Wang, Y., Proctor, S. D. (2013) Current issues surrounding the definition of trans fatty acids: Implications for health, industry and food labels. *Brit. J. Nutr.* 110(8): 1369-1383.
- Wahlgren, N., Goranson, M., Linden, M., Willhama, O. (2002) Reducing the influence of animal variation and ageing on beef tenderness. International Congress of Meat Science and Technology, 48°. Roma, Italia. p: 240-241.
- WHO (World Health Organization) (2003) Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. Disponible en:  
[https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/42665/WHO\\_TRS\\_916.pdf;jsessionid=9BF20E9183E19926469BF3CB48E2AB2F?sequence=1](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/42665/WHO_TRS_916.pdf;jsessionid=9BF20E9183E19926469BF3CB48E2AB2F?sequence=1) Fecha de consulta: 16/8/19.
- Williams, C.M. (2000) Dietary fatty acids and human health. *Ann. Zootech.*, 49: 165-180.
- Wood, J. D., Enser, M. (1997) Factors influencing fatty acids in meat and the role of antioxidants in improving meat quality. *Br. J. Nutr.* 78: 49-60.
- Wright, D.E. (1959). Hydrogenation of lipids by rumen protozoa. *Nature.* 184:875-876.
- Wright, D.E. 1960. Pectic enzymes in rumen protozoa. *Arch. Biochem. Biophys.* 86:251-254.

- Wu, Z., Ohajuruka, A., Palmquist, D.L. (1991) Ruminant synthesis, biohydrogenation, and digestibility of fatty acids by dairy cows. J. Dairy Sci., 74: 3025-3034.
- Zanoniani, R. A., Boggiano, P., Cadenazzi, M. (2011) Respuesta invernal de un CAMPO NATURAL a fertilización nitrogenada y ofertas de forraje. Disponible en: - [http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2301-15482011000100013](http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2301-15482011000100013) Fecha de consulta: 23/9/19.
- Zened, A., Enjalbert, F., Nicot, M.C., Troegeler-Meynadier, A. (2013) Starch plus sunflower oil addition to the diet of dry dairy cows results in a trans-11 to trans-10 shift of biohydrogenation. J. Dairy Sci. 96:451-459.