

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**EVALUACIÓN DE DIFERENTES ESTRATEGIAS DE ALIMENTACIÓN EN LA
TERMINACIÓN DE NOVILLOS (PASTO VERSUS CORRAL) SOBRE LA
PERFORMANACE ANIMAL Y LA CALIDAD DE CANAL Y CARNE**

por

**Eduardo EBERT IAREMCHUCK
Joaquín GALVÁN VALENTTI
Karen NIEVES DOS SANTOS**

**TESIS presentada como uno de
los requisitos para obtener el
título de Ingeniero Agrónomo**

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2020**

Tesis aprobada por:

Director:

Ing. Agr. (MSc.) (PhD.) Álvaro Simeone

Ing. Agr. (MSc.) (PhD.) Virginia Beretta

Med. Vet. (MSc.) Juan Franco

Fecha: 21 de diciembre de 2020

Autores:

Eduardo Ebert Iaremchuk

Joaquín Galván Valentti

Karen Nieves Dos Santos

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, queremos agradecer los directores de tesis Ing. Agr. Álvaro Simeone e Ing. Agr. Virginia Beretta y al equipo de la unidad de producción intensiva de carne (UPIC) por su apoyo en la realización de esta tesis tanto como en la parte práctica a campo como también en el procesamiento de datos y en la elaboración del siguiente informe.

Al Dr. Juan Franco y al Dr. Rafael Delpiazzo por su apoyo en especial en la etapa de faena y laboratorio.

Al frigorífico La Caballada-Cledinor S.A por recibirnos y permitir recabar la información necesaria de la faena.

Al personal de biblioteca y laboratorio de la Estación Experimental Mario A. Cassinoni (EEMAC) por brindarnos los materiales necesarios e información necesaria.

A nuestras familias por el constante apoyo durante este trabajo y por el impulso para poder alcanzar nuestros objetivos.

Por último, al personal de la EEMAC por su ayuda en el momento de realizar el trabajo de campo y a nuestros compañeros de facultad de 5º. año 2019 de la EEMAC por su ayuda y compañerismo.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VII
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	3
2.1. INTRODUCCIÓN	3
2.2. DEFINICIONES Y PARÁMETROS INDICATIVOS DE CALIDAD DE LA CANAL	4
2.2.1. <u>Peso y rendimiento</u>	4
2.2.2. <u>Conformación</u>	4
2.2.3. <u>Terminación</u>	5
2.3. DEFINICIONES Y PARÁMETROS INDICATIVOS DE CALIDAD DE LA CARNE.....	5
2.3.1. <u>pH</u>	5
2.3.2. <u>Color</u>	6
2.3.3. <u>Terneza</u>	6
2.3.4. <u>Capacidad de retención de agua (CRA)</u>	7
2.3.5. <u>Jugosidad</u>	8
2.3.6. <u>Sabor y aroma</u>	8
2.4. FACTORES QUE AFECTAN LA CALIDAD DE LA CANAL Y LA CARNE	8
2.4.1. <u>Factores que afectan la calidad de canal</u>	10
2.4.2. <u>Factores que afectan la calidad de carne</u>	12
2.5. ¿TERMINACIÓN A PASTO O A CORRAL?	15
2.5.1. <u>Alimentación restringida</u>	19
2.5.2. <u>Lectura de comedero</u>	21
2.6. IMPACTO DEL TIPO SISTEMA DE TERMINACIÓN EN LA CALIDAD DE LA CANAL Y CARNE	22
2.6.1. <u>Calidad de la canal</u>	22
2.6.2. <u>Calidad de la carne</u>	25
2.6.2.1. pH.....	26
2.6.2.2. Color de la carne y grasa	27

2.6.2.3. Terneza	28
2.6.2.4. Jugosidad	28
2.6.2.5. Grasa intramuscular.....	29
2.6.2.6. Perfil de ácidos grasos	29
2.7. HIPÓTESIS.....	30
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	31
3.1. LOCALIZACIÓN Y PERÍODO EXPERIMENTAL.....	31
3.2. CLIMA.....	31
3.3. MATERIALES E INFRAESTRUCTURA.....	31
3.4. SUELOS	31
3.5. PASTURAS Y RACIÓN	32
3.6. ANIMALES	33
3.7. TRATAMIENTOS	33
3.8. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	33
3.8.1. <u>Período pre-experimental</u>	33
3.8.2. <u>Período experimental</u>	33
3.8.2.1. Manejo del sistema de terminación a corral.....	34
3.8.2.2. Manejo del sistema de terminación a pasto.....	34
3.9. REGISTROS Y MEDICIONES	34
3.9.1. <u>Animales</u>	34
3.9.2. <u>Sistema de terminación a pasto</u>	34
3.9.2.1. Biomasa y altura del forraje disponible y remanente.....	34
3.9.2.2. Consumo de materia seca.....	35
3.9.3. <u>Sistema de terminación a corral</u>	35
3.9.3.1. Consumo.....	35
3.9.3.2. Patrón de consumo diario.....	35
3.9.3.2. Aporte de fibra efectiva.....	35
3.10. REGISTROS Y MEDICIONES PRE Y POST FAENA	36
3.10.1. <u>Determinaciones en frigorífico</u>	36
3.10.2. <u>Determinaciones en laboratorio</u>	36
3.11. ANÁLISIS QUÍMICO.....	37
3.12. SANIDAD.....	37
3.13. VARIABLES CALCULADAS.....	37
3.14. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	38
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	41
4.1. CONDICIONES AMBIENTALES	41
4.2. CARACTERÍSTICAS DE LA PASTURA	42

4.3. EFECTO DEL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN SOBRE LA CURVA DE CRECIMIENTO	44
4.4. GANANCIA DE PESO, CONSUMO Y EFICIENCIA DE CONVERSIÓN	45
4.4.1. <u>Ganancia de peso, peso final y altura final</u>	46
4.4.2. <u>Consumo</u>	48
4.4.3. <u>Eficiencia de conversión</u>	53
4.5. CALIDAD DE CANAL Y CARNE	55
4.5.1. <u>Calidad de canal</u>	55
4.5.2. <u>Calidad de carne</u>	56
4.6. DISCUSIÓN GENERAL.....	59
5. <u>CONCLUSIONES</u>	61
6. <u>RESUMEN</u>	62
7. <u>SUMMARY</u>	64
8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	66

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Efecto de diferentes factores sobre la calidad de la canal y de la carne.....	9
2. Efecto de las diferentes asignaciones de forraje sobre la performance de novillos en otoño e invierno.....	16
3. Efecto de los sistemas de terminación sobre características de la canal de novillos.....	23
4. Efecto de los sistemas de terminación pastoril y a corral sobre la calidad de la carne de novillos.....	26
5. Ingredientes, composición química y características físicas de la RTM y verdeo ofrecido.....	32
6. Condiciones climáticas para el período experimental.....	41
7. Biomasa y altura de forraje pre y post pastoreo y utilización de verdeo de invierno pastoreado por novillos Hereford en franjas semanales.....	42
8. Efecto del sistema de alimentación previo a la faena sobre la performance de novillos, consumo y eficiencia de conversión.....	46
9. Efecto del sistema de alimentación sobre el peso de carcasa, rendimiento, área de ojo de bife y engrasamiento.....	56
10. Efecto de los sistemas de alimentación sobre las características de la carne.....	56
Figura No.	
1. Consumo de alimento y eficiencia de conversión.....	18
2. Mejoras en la eficiencia de conversión en función de la restricción en la oferta de alimento.....	20
3. Disponibilidad de entrada, rechazo y utilización de verdeo de invierno	

pastoreado por novillos Hereford en diferentes franjas semanales durante el período experimental.....	43
4. Efecto de los sistemas de alimentación sobre la evolución del peso en novillos desde inicio del período pre-experimental hasta faena.....	45
5. Efecto del tratamiento a pasto sobre la evolución del consumo de materia seca a lo largo del experimento.....	49
6. Efecto de los tratamientos en corral sobre la evolución del consumo de materia seca a lo largo del experimento.....	50
7. Efecto de los tratamientos en corral sobre la evolución del consumo de materia seca días dentro de la semana.....	51
8. Efecto de los tratamientos en corral sobre el consumo de materia seca durante las horas de luz.....	52

1. INTRODUCCIÓN

La producción de carne vacuna en el país se caracteriza por ser esencialmente proveniente de sistemas pastoriles a cielo abierto, aprovechando la capacidad de los rumiantes de transformar los forrajes fibrosos a carne, un alimento de alta calidad biológica. Sin embargo, también existen otros sistemas productivos con mayor o menor grado de intensificación, que van desde la utilización de suplementos energéticos-proteicos, hasta el confinamiento total del animal. Mediante la intensificación se busca mejorar la eficiencia productiva que ha sido el principal objetivo de los sistemas, pero en los últimos años también la calidad de la carne y su composición nutricional aparecen como importantes a la hora de definir los sistemas de producción.

Uruguay representa el 4% de las exportaciones mundiales de carne siendo China su principal comprador, sin mayores exigencias en cuanto a calidad. Sin embargo, existen otros compradores más exigentes que establecen, por ejemplo, que la terminación de los animales debe hacerse únicamente sobre pasturas. O por el contrario que los animales deben ser terminados bajo confinamiento por cierta cantidad de días y con una dieta alta en concentrados. De aquí surge la interrogante en si se pueden encontrar o no diferencias en la calidad del producto final entre estos sistemas de producción. Existen trabajos experimentales, tanto a nivel nacional como internacional, que realizan la comparación entre estos sistemas, en ciertos atributos de la calidad de la canal y de la carne se hallan diferencias y en otros no. Se debe destacar que en algunos casos no se mantuvo la igualdad de condiciones de los demás factores que influyen en la calidad, tales como el peso a faena, edad a faena, tasa de crecimiento, tiempo de alimentación, por lo tanto, los efectos de la dieta de cada sistema sobre dichos atributos podrían estar confundidos.

Específicamente en los sistemas de engorde a corral o feedlot, la eficiencia de producción está determinada por la ganancia de peso individual de los animales y por el nivel de consumo de alimento, el alimento es la variable de mayor incidencia en el costo de producción y por ello el principal objetivo en este sistema es maximizar la eficiencia de conversión (kg de ganancia de peso por kg de alimento consumido). Las mayores ganancias individuales se logran con los máximos consumos de alimento, pero esto no siempre concuerda con la máxima eficiencia de conversión. Según algunas investigaciones la restricción del 85 o 90% del consumo voluntario del animal producen un incremento en la eficiencia de conversión sin deterioro significativo de las ganancias de peso. Sin embargo, esto podría presentar un efecto no deseado sobre parámetros de la carcasa. Si bien esto ha sido abordado en algunos trabajos, es más escasa esta información, más aún a nivel nacional.

En base a lo expuesto anteriormente, el objetivo general de este trabajo fue evaluar el efecto del sistema de terminación (corral vs. pastura) y el efecto de la restricción de la oferta de alimento en el sistema de terminación a corral, sobre las

características de la canal y calidad de carne, en animales manejados para similares ganancias de peso prefaena y peso de faena. Como objetivos específicos se propuso describir las curvas de evolución de peso vivo de novillos Hereford terminados durante el invierno sobre pasturas de calidad (altas ganancias) y a corral; para cada manejo cuantificar el consumo de materia seca y la eficiencia de conversión del alimento.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. INTRODUCCIÓN

A pesar de la buena expectativa de mayor demanda de carne, se debe tener en cuenta que el mercado mundial de la carne es altamente competitivo, y que los consumidores son cada vez más exigentes en cuanto a los aspectos nutricionales, sensoriales, medioambientales y de bienestar animal (Realini et al., 2004). Para ser competitivos a la hora de ofrecer carne bovina al mercado, es fundamental la productividad y diferenciación del producto; por lo que se deberá caracterizar sus cualidades intrínsecas, como el color de la carne y grasa, pH, contenido de grasa intramuscular, terneza, etc., lo que determinarán la calidad del mismo.

Sin embargo, el concepto de calidad para los diferentes eslabones de la cadena va a depender del objetivo. En el caso del productor es obtener un producto que reúna ciertas características como peso, conformación y engrasamiento. Éste debe tener en cuenta los factores más importantes que afectan la calidad de la canal y de la carne, que son el sexo, la edad, el ritmo y forma de la curva de crecimiento, la alimentación y la raza. La industria busca reses con alta proporción de músculo, mínima de hueso, adecuada cantidad y distribución de grasa, de acuerdo a las exigencias de los mercados donde se destina el producto. Por su parte, el carnicero centra su mayor interés en las canales que presentan alta proporción de cortes valiosos, que son muy demandados y por ende con un precio superior. Por último, los consumidores definen la calidad por tres aspectos, en primer lugar, la apreciación (el color de carne y grasa, forma y peso del corte); en segundo lugar, la composición (proporción de carne y grasa del corte); y por último las características organolépticas (terneza, sabor, jugosidad y flavor, Consigli, 2001).

En base a estas mayores exigencias de calidad, en Uruguay surge la construcción de sistemas de corrales de engorde como una tecnología, con el objetivo de obtener producto de alta calidad y mejorar la eficiencia productiva de los sistemas de terminación, asociados a alguna vía de comercialización como por ejemplo la cuota 481.

También los sistemas de engorde a pasto presentan una vía de comercialización llamada cuota Hilton, remitiéndose animales que fueron alimentados exclusivamente a pasto (Cedrés y Cunha, 2013). Por otro lado, existe evidencia reportada por Beretta et al. (2019) quienes destacan que novillos alimentados a base de verdeos lograron tasas de ganancias de 1,3 kg/día con altas asignaciones de forraje, esto es de suma importancia, ya que las mismas son comparables con las obtenidas en corrales de engorde. Por lo que también es probable obtener carne de alta calidad en los sistemas pastoriles.

Ensayos realizados en INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria), muestran que, cuando se comparan animales de la raza Aberdeen Angus en diferentes sistemas de terminación (pasto y corral), éstos presentan diferencias significativas en lo

que respecta a la composición de la carne; también se manifiesta una tendencia similar para la raza Hereford (Gil y Huertas, 2001). Estas diferencias se atribuyen a una mejora en las características organolépticas (color, ternura, jugosidad, sabor, flavor) de las carnes de animales engordados en corral en relación a la pastoril. Las mismas, podrían estar obedeciendo a un efecto generado por la edad a la faena y mayor engrasamiento como consecuencia de las diferentes tasas de crecimiento producido por el tipo de dieta, éstas son características que definen como son los sistemas de terminación (Depetris y Santini, 2005).

En un feedlot la restricción en la alimentación es una de las vías de mejora en la eficiencia de conversión según los resultados expuestos por varios investigadores, como por ejemplo Murphy y Loerch (1994) quienes detectaron mejoras en la eficiencia de 1,25% y 8,1% para una restricción de 10% y 20%, respectivamente. Este caso es explicado por cambios en la composición de las ganancias, pero otros autores presentan otras explicaciones como la disminución del costo de mantenimiento y/o aumento en la digestibilidad (Choat et al. 2002, Okine et al. 2004).

Todos los temas mencionados anteriormente, serán desarrollados en los siguientes puntos de esta revisión.

2.2. DEFINICIONES Y PARÁMETROS INDICATIVOS DE CALIDAD DE LA CANAL

Según Robaina (2012) la canal es el cuerpo del animal sacrificado, sangrado, desollado, eviscerado, sin cabeza ni extremidades. La canal es el producto primario; es un paso intermedio en la producción de carne, que es el producto terminado. Su calidad depende fundamentalmente de sus proporciones relativas en términos de hueso, músculo y grasa.

2.2.1. Peso y rendimiento

El peso de la canal es muy importante porque determina el valor del producto que se le paga al productor, ya que el frigorífico negocia en base al precio por kilogramo de canal (Harris, 1982). A medida que aumenta el peso de la canal hay un aumento de tejido adiposo, disminuye el tejido óseo en términos relativos y hay una estabilización más o menos clara del tejido muscular. Por otra parte, el rendimiento se define como la relación entre el peso de la canal caliente y el peso vivo del animal pre-faena expresado en porcentaje, no se puede tomar el rendimiento por sí solo como determinante de la calidad ni de la eficiencia carnífera, ya que también inciden otros factores, el rendimiento en definitiva estaría indicando que proporción del peso vivo del animal corresponde a la canal (Robaina, 2012).

2.2.2. Conformación

Cuando se habla de conformación se refiere a la relación entre la masa muscular y el esqueleto presente en la canal, a su forma en general, a sus curvaturas y su compacidad (Robaina, 2012). Con la evaluación de la conformación lo que se busca es poder estimar la cantidad de carne vendible haciendo énfasis en las zonas donde predominan los cortes más valiosos (Sañudo, 1997). Una canal es considerada bien conformada cuando predominan los perfiles convexos (Cabrero, 1991).

2.2.3. Terminación

Se refiere a la proporción de grasa subcutánea o de cobertura en la canal, tanto en distribución como en cantidad (Robaina, 2012). La terminación de una canal ideal es aquella que reúne la cantidad mínima de grasa para satisfacer los gustos del consumidor y con la cantidad suficiente para asegurar las condiciones de succulencia de la carne, de presentación y de conservación de la canal (Ruíz de Huidobro et al., 1996). Debido a esto, la terminación es uno de los factores que producen mayor variación en el valor comercial de una canal y, por lo tanto, es el criterio de calidad más importante (Briskey y Wismer-Pedersen, 1961).

2.3. DEFINICIONES Y PARÁMETROS INDICATIVOS DE CALIDAD DE LA CARNE

La carne es todo componente o derivado animal, fresco o transformado, que por su valor nutritivo y comestible es utilizado por el hombre para alimentarse o satisfacer su gusto. Específicamente, se llama carne al tejido muscular del animal después de su sacrificio (Bavera, 2005). La calidad de la carne está determinada por sus características organolépticas como la ternura, el color, olor, sabor y jugosidad; y también por su composición química, en particular su cantidad y composición de ácidos grasos (Santini et al., 2003). Otro atributo que se debe considerar es la calidad higiénico-sanitaria, ya que de ninguna manera puede suponer un riesgo para la salud del consumidor. Los agentes bacterianos, parásitos y residuos son los principales en causar cambios en la carne (Consigli, 2001).

2.3.1. pH

El pH es un atributo determinante de la calidad de la carne, ya que afecta a los procesos bioquímicos durante la transformación del músculo a carne, influyendo directamente sobre la estabilidad y propiedades de las proteínas; y sobre las características físico-químicas de la carne. La evolución del pH tras el sacrificio puede tener un profundo efecto sobre las propiedades sensoriales y tecnológicas de la carne, afectando el color, la textura y el grado de exudación, así como la degradación proteolítica de la carne (Sierra, 2010). El grado de asociación de la mioglobina con el oxígeno está determinado por el pH, siendo pH bajos los que permiten mayor grado de

asociación generando carnes más brillantes (Klont et al., 2000). Cuando el pH de la carne es mayor a 6 se generan los denominados cortes oscuros, este tipo de carnes por lo general son susceptibles al deterioro microbiano y tienen menor vida útil. Según Ledwar (1970), Hood (1980), el pH no tendría implicancia sobre el color desde 5,5 a 5,8, y un efecto de mejora en la terneza cuando éste es menor a 5,8 (Purchas, 1990).

2.3.2. Color

La percepción visual del color lo determina el observador, la carne y la luz, lo que resulta en una valoración subjetiva y psicológica. El color de la carne es uno de los principales atributos de calidad que influye en la decisión del consumidor a la hora de comprar carne. Los cortes oscuros tienden a ser menos aceptados debido a que el consumidor los asocia con carnes más duras y provenientes de animales de mayor edad (McDougall, 1981).

El color de la carne depende de la concentración de mioglobina, su estado de oxidación y de la estructura superficial del músculo, que está directamente relacionado con el pH, tejido conectivo, el marmoleo, tamaño y desnaturalización de las proteínas (Berriain et al., 2009). El contenido de mioglobina en el músculo influye directamente en la intensidad del color y éste depende de diversos factores, tales como especie, raza, edad, tipo de músculo, tipo de alimentación, ejercicio; mientras que su estado de oxidación dependerá de los procesos post-mortem que se ven afectados por la disminución de la temperatura y la tasa de descenso de pH, así como de los tiempos de almacenamiento y las condiciones de comercialización (Sierra, 2010). Dependiendo del estado de oxidación de la mioglobina el átomo de hierro del grupo hemo se puede diferenciar tres formas diferentes del pigmento, que proporcionan distinta tonalidad a la carne. En ausencia de oxígeno la mioglobina se reduce y se forma deoximioglobina que genera un color rojo púrpura y en presencia de oxígeno el pigmento se oxigena y se transforma en oximioglobina que le confiere al músculo una coloración rojo brillante preferida por los consumidores. Ambos compuestos pueden reaccionar con el oxígeno y se genera metamioglobina que le da un aspecto amarronado a la carne y los consumidores lo asocian con pérdida de calidad del producto (Mancini y Hunt, 2005).

El pH está relacionado con la estructura muscular, donde el descenso del mismo a valores próximos al punto isoelectrico de las proteínas reduce el ion libre para ligar el agua, esto provoca que las cadenas de proteínas se unan y formen una estructura cerrada, por lo tanto, la luz no puede penetrar y es reflejada provocando un color claro (Garriz, 2001).

2.3.3. Terneza

Desde el punto de vista del consumidor la terneza es el parámetro de calidad sensorial de mayor importancia (Miller et al., 2001). Esta puede ser evaluada como terneza subjetiva determinada por un panel sensorial entrenado o como terneza objetiva, utilizando el método de Warner–Bratzler shear force (Bratzler, citado por Pordomingo,

2017), que determina la resistencia al corte por las fibras musculares (Sun et al., 2012). Estudios internacionales demuestran que los consumidores distinguen una carne tierna de una dura, cuando la fuerza de corte es menor a 4,5 kg y que los grados de satisfacción por el producto cárnico se incrementan cuando esta fuerza es menor a 3,6 kg (Brito, 2010). La gran variabilidad de la terneza podría deberse a que no hay un objetivo de producción que persiga este fin en específico y así como el conocimiento de las buenas prácticas en todos los eslabones de la cadena cárnica. La terneza presenta numerosas fuentes de variación que pueden deberse no sólo a diferencias entre raza, sexo, alimentación, pH y estrés, sino también desde el punto de vista físico, de cambios post-mortem en la integridad de la célula muscular, cambios en la longitud del sarcómero, cantidad del tejido conectivo, entrecruzamientos de fibras de colágeno, cantidad de grasa intramuscular y también de la actividad de enzimas proteolíticas que pueden explicar la variación de la terneza (Koochmaraie et al., 2002).

En primera instancia la terneza inicial está afectada por el largo del sarcómero que, según Davis et al. (1979) a medida que éste aumenta su longitud consigo aumenta la terneza. En segundo lugar, la cantidad y solubilidad del colágeno, donde a mayor cantidad y si además la mayor proporción de éste es insoluble la dureza aumenta (Nakamura et al., 1975). Por último, a medida que aumenta el contenido de grasa intramuscular, la resistencia al corte tiende a disminuir debido a que la grasa es más blanda que el músculo (Nuernberg et al., 2005). Según Geay et al. (2001), para que éste efecto sea significativo la grasa intramuscular debe ser mayor a 6%. En cambio, la terneza final está determinada por el grado de proteólisis, donde los menores valores de pH se relacionan a mayor actividad proteolítica por parte de las enzimas titina y nebulina, generando una carne más tierna. Por otra parte, se encuentran resultados contradictorios entre una mayor terneza a menor pH (Luckett et al., 1975) o de mejor terneza cuando el pH es elevado (Marsh et al., 1981), reflejándose en los datos de Purchas (1990) una relación curvilínea, en forma de campana, donde la terneza empeora entre 5,8 y 6,2.

2.3.4. Capacidad de retención de agua (CRA)

Se define como la habilidad de la carne para retener su contenido acuoso durante la aplicación de fuerzas externas como pueden ser cortes, calentamiento, picado o presión (Zhang et al., 2005). Ésta depende principalmente de dos factores, en primer lugar, del pH que al disminuir se acerca al punto isoeléctrico de las proteínas provocando una disminución de la CRA y en segundo lugar la temperatura de cocción (Garriz, 2001). Una forma de medirla es a través de las pérdidas por cocción (PPC), que también se relaciona con la jugosidad final del producto (Feed, 2010). Cuanto más se cocine la carne mayor serán las pérdidas de agua y por ende la misma será menos jugosa (Aaslyng, 2009). Las pérdidas por cocción mínima son de alrededor de 15% y una cocción más intensa puede provocar pérdidas de hasta 25-30%, pero la totalidad de las

pérdidas no son de naturaleza acuosa, debido a que la temperatura funde parte de la grasa (Garriz, 2001).

2.3.5. Jugosidad

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 (Huerta, citado por Depetris y Santini, 2005). La falta de jugosidad limita la aceptabilidad de la carne y destruye las virtudes sensoriales de la misma. Presenta dos componentes, el primero corresponde a la sensación de liberación del agua durante los primeros bocados y el segundo es influenciado por la acción de los lípidos sobre la liberación de la saliva (Depetris y Santini, 2005). La jugosidad incrementa el sabor, contribuye al reblandecimiento de la carne haciendo que sea más fácil de masticar, y estimula la producción de saliva. El veteadado y la grasa presente en los bordes ayudan a retener el agua y la maduración post-mortem de la carne, puede incrementar la retención de agua y en consecuencia aumentar la jugosidad (FAO, 2015).

2.3.6. Sabor y aroma

El sabor y el aroma en su conjunto producen la sensación que el consumidor experimenta al comer (flavor), esta sensación proviene del olor que penetra a través de la nariz y el sabor determinado por las papilas gustativas de la lengua (salado, dulce, agrio, amargo) que lo percibe en su boca (FAO, 2015). Existen ciertos compuestos, que determinan las diferencias percibidas por el consumidor, por ejemplo, un pH alto induce una alta proporción de compuestos producto de la oxidación de los ácidos grasos, induciendo olores y sabores poco placenteros durante la cocción. La concentración de antioxidantes en la carne también tienen importancia sobre el olor y el sabor, ya que protegen las membranas de las fibras musculares impidiendo la peroxidación de los lípidos durante el almacenamiento (Depetris y Santini, 2005).

2.4. FACTORES QUE AFECTAN LA CALIDAD DE LA CANAL Y LA CARNE

Según Pordomingo (2017), la calidad de la carne y la canal es un concepto complejo y multivariado, influenciado por las interacciones de diferentes factores. Estos factores pueden clasificarse según el nivel de comercialización en que se encuentre el producto en la cadena cárnica en intrínsecos o productivos (raza, edad, animal, sexo, alimentación, promotores de crecimiento), pre-faena y faena (ayuno y transporte, pre-sacrificio y sacrificio), post-faena (estimulación eléctrica, refrigeración, maduración y conservación) y finalmente comercialización y consumo (preparación de canal, fileteado y cocción, Sañudo, 1992). En el cuadro 1 se presentan los diferentes factores que están

afectando tanto la calidad de la canal como de la carne y su nivel de importancia dependiendo de la etapa.

Cuadro 1. Efecto de diferentes factores sobre la calidad de la canal y de la carne

	Calidad de la canal				Calidad de la carne				
	R	P	C	E	CRA	Color	T	C. de la G.	Flavor
Factores intrínsecos y productivos									
Raza	**	***	****	****	*	**	*	?	0
Sexo	**	***	**	****	0	*	*	*	*
Edad	***	***	**	*****	**	***	***	**	***
Alimentación	**	***	*	***	*	*	**	**	**
Sistema de explotación	***	***	*	***	**	**	**	**	**
Tratamientos hormonales	**	**	***	***	**	**	***	*	*
Factores pre faena y faena									
Ayuno y transporte	****	*	0	0	**	**	**	0	**
Pre faena	*	*	0	0	****	****	***	0	***
Factores post- faena									
Estimulación eléctrica	0	0	0	0	*	*	****	0	*
Frío	**	*	0	0	*	***	****	*	***
Maduración	0	0	0	0	*	****	*****	**	****
Conservación	0	*	0	0	**	*****	****	**	****
Factores de comercialización y consumo									
Preparación de la canal	***	**	**	*	*	***	**	0	*
Cocinado	0	0	0	0	*****	****	*****	*	*****

R= rendimiento, p= peso, c= conformación, e= engrasamiento, cra = capacidad de retención de agua, t= terneza, c. de la g. = composición de la grasa, influencia= 0= nula, * poca, ** moderada, ***bastante, **** mucha, ***** fundamental.

Fuente: adaptado de Sañudo (1997).

Los factores intrínsecos o productivos tienen mayor influencia sobre la calidad de la canal, siendo éstos factores los que el productor y el técnico en el predio pueden controlar y manejar. Sin embargo, los demás factores afectan mayormente la calidad de

la carne siendo controlados por frigoríficos, cadenas de comercialización y consumidores (Bianchi y Garibotto, 2004).

2.4.1. Factores que afectan la calidad de canal

La velocidad de crecimiento de los tejidos en general, aumenta hasta alcanzar un máximo a partir del cual comienza a descender hasta que al llegar a la madurez cesa, esta velocidad de crecimiento varía dentro de un mismo tejido y entre tejidos (Hammond, 1966). A cada uno de los tejidos le corresponde un orden de precocidad concreto, acabando su desarrollo primero el tejido nervioso después el óseo, a continuación, el muscular y por último el adiposo. Dentro de éste último, Pálsson y Vergés (1952) encontraron que el depósito perirrenal es el más precoz, el intramuscular el más tardío y el intermuscular y subcutáneo intermedios. Wood et al. (1980) señalan que el crecimiento relativo de los tejidos tiene lugar en el siguiente orden: hueso, músculo, grasa pélvica, grasa intermuscular, y grasa subcutánea e intramuscular. Sin embargo, en las diferentes etapas de la vida de un animal, las variaciones en el nivel alimenticio, pueden estimular o inhibir el crecimiento de los tejidos responsables del crecimiento y desarrollo (Brito, 2002).

Los tejidos adiposos tienen una alometría de desarrollo positiva en relación al organismo. Así los coeficientes de alometría son superiores a la unidad, por lo que el estado de engrasamiento de la canal aumenta con la edad. La grasa intramuscular no influye tan significativamente en la calidad de la canal sino en la de la carne, teniendo un alto valor por su supuesta contribución al incremento del flavor (Hornstein et al., 1961).

El desarrollo de la grasa subcutánea se usa para establecer el estado de engrasamiento del animal vivo y a su vez para determinar el estado de engrasamiento de la canal, pues junto con el color y la consistencia permite clasificar las canales. La grasa subcutánea e intermuscular posee alto valor cuando los depósitos son relativamente pequeños, pero el valor decrece rápidamente cuando la deposición se excede del óptimo. La grasa pélvica y la renal conforman la llamada grasa pelvicorrenal, cuya cantidad es evaluada como atributo para la clasificación comercial de la canal (Velasco, 1998).

La escuela de Hammond apoya la idea de que la edad es el factor más importante que modifica la composición corporal, es un parámetro que está asociado íntimamente al peso de la canal. Está generalmente aceptado que, en condiciones de crecimiento continuo positivo, cuanto mayor es la tasa de crecimiento de un animal, tanto más graso será a un peso dado (Morgan y Owen, 1972). La proporción de los distintos tejidos es influenciada por la velocidad de crecimiento, a mayor velocidad de crecimiento, se produce una menor proporción de tejido muscular y una mayor de tejido adiposo (sobre todo subcutáneo, Bocard y Duplan, 1961).

Bénévent (1971) utilizó animales que tuvieron la misma velocidad de crecimiento, para ambos sexos, y los sacrificó a pesos fijos. Sin embargo, como el propio autor reconoce, esto puede producir un sobre engrasamiento en las hembras respecto de los machos del mismo peso vivo. Las hembras al mismo peso que los

machos, han alcanzado un mayor porcentaje de su peso adulto, un mayor desarrollo y mayor engrasamiento (Butterfield, 1988), por lo que se sacrifican con menor peso vivo que los machos (Berg y Butterfield, 1976). Los animales enteros crecen a una tasa más acelerada y depositan menos grasa que los castrados, los cuales a su vez depositan menos grasa que las hembras. Si se sacrifican estos animales a la misma edad, el animal entero producirá una canal con mayor peso que el castrado, éste a su vez alcanzará un peso mayor que la hembra.

En cuanto al contenido de grasa será menor en el animal entero, seguido por el novillo castrado y por último la hembra presentará las mayores proporciones de grasa (Sainz y De la Torre, 1992). Los machos enteros dan canales con más músculo, más hueso y menos grasa que los castrados de igual peso, que a su vez contienen más músculo y menos grasa que las hembras (Kirton, 1982).

La raza afecta la composición de la carcasa, las diferencias se producen dependiendo de la precocidad cuando se comparan razas de madurez precoz y tardía a la misma edad. Las razas tardías presentan una mayor relación músculo/grasa que las precoces (Aldai et al., 2006). Kirton (1982), Simm (1987) señalan que las razas de menor peso a la madurez tienden a producir canales con más grasa y menos músculo y hueso, que las de mayor peso a madurez cuando la comparación se realiza a igual peso de la canal. Las razas precoces alcanzan su desarrollo a edades tempranas por lo que su conformación es buena cuando llegan al peso óptimo de faena. La raza influye fundamentalmente en el frame adulto, comparando animales del mismo peso, aunque de distinta raza. En los animales que pertenecen a razas de frame pequeño hay más proporción de grasa a un peso dado (Valls, 1980). Los animales cruzados presentan un mayor rendimiento de canal en comparación con los puros, pero no presentan diferencias en rendimiento de cortes valiosos. Las razas índicas y continentales necesitan mayor peso al sacrificio para presentar similares grados de terminación que las razas británicas (Franco, 2010).

El nivel nutricional provoca variaciones en el crecimiento animal, por lo tanto, esto afecta a nivel de la composición tisular de la carcasa. Este efecto de la alimentación depende tanto del tipo de dieta como del nivel de consumo (Sierra, 2010). Según Robelin y Daenicke (1980) las variaciones en el nivel alimenticio, principalmente la concentración energética, modifican la tasa de crecimiento y la composición de la misma, ya que al elevarse la ingestión de energía, la cantidad de grasa depositada aumenta cuanto mayor es la ganancia de peso. Esto se debe a que el organismo utiliza la grasa como tampón para no provocar cambios en el resto de los tejidos cuando se eleva el consumo de energía (Sierra, 2010). Este aumento de ganancia de peso produce un mayor grado de terminación y rendimiento de las carcasas.

2.4.2. Factores que afectan la calidad de carne

La calidad de la carne, que en última instancia la fija el consumidor, está determinada por una serie de parámetros, siendo quizás el más importantes de todo el color (Pearson, 1966). La terneza y el sabor, en dicho orden, son lo que, después del color, más influyen en la aceptabilidad de la carne (Brayshaw et al., 1965). Por lo tanto, puede decirse que los intentos de definir la calidad de la carne implican tanto su atractivo como su palatabilidad (Pierce et al., 1974). Los atributos que contribuyen de forma más importante a ésta última son la terneza, la jugosidad, el sabor y el aroma (Wood, 1990).

Los factores biológicos que afectan la calidad de la carne son la edad, el sexo y la raza. Las diferencias en calidad de carne vinculadas con la edad del animal, se deben a profundos cambios en la composición y características de los músculos (Depetris, 2000).

Al aumentar la edad del animal se producen cambios en la naturaleza y cantidad de tejido conectivo en el músculo, se incrementa significativamente el entrecruzamiento de las fibrillas de colágeno, traduciéndose en una menor solubilidad del mismo y por ende menor terneza (Teira, 2004). En esa misma medida aumenta las pérdidas por cocción, a consecuencia de la disminución de la CRA (Colmenarez et al., 2014). En gran parte de los experimentos las diferencias en terneza se dieron entre los 18 y 42 meses de edad, en cambio entre los 42 y 90 meses no se encontraron diferencias (Depetris, 2000). En general el contenido lipídico aumenta con la edad y el peso del animal, este aumento se traduce en un mayor contenido de grasa intramuscular (Warren et al., 2008), lo que estaría incidiendo en el flavor, combinación de aroma y sabor (Depetris, 2000). Según Jurie et al. (2005) en animales de edad más avanzada la estabilidad del color de la carne es más baja, posiblemente por la mayor proporción de fibras rojas oxidativas y la coloración aumenta por una mayor tasa de acumulación de mioglobina, su contenido crece rápidamente hasta los 2 años de edad y luego desacelera.

En cuanto al sexo, las causas de cambios en la calidad de la carne, se refieren a diferencias en las características metabólicas. La caída del pH post-mortem dentro del músculo es mucho más lenta en machos enteros que en hembras y los novillos ocupan una posición intermedia. El sexo y la categoría afectan la terneza, la carne de toro es generalmente más dura que la de novillo y ésta más dura que las hembras. Estas diferencias aumentan con la edad a partir de los 18 meses (Depetris, 2000). Huertas-Leidenz y Ríos (1993), indican que la carne de los toros es calificada como menos tierna al ser comparada con novillos (castrados) o hembras de la misma edad, esto puede atribuirse a la mayor complejidad del tejido conectivo y a la mayor concentración de testosterona en el animal entero (Cross et al., 1984). El sexo también influye sobre el color, la cantidad de pigmentos es mayor en las hembras que en los toros, no existiendo diferencias entre estos últimos y los novillos. Sin embargo, a la misma edad la carne de toro es más oscura que la de otros tipos sexuales, siendo esto atribuido al pH más elevado de la carne de toro (Depetris, 2000). Según Field (1971) el efecto de la testosterona provoca que el toro pueda estresarse más fácilmente que el novillo. Por lo

tanto, es más probable que se produzca un estrés ante-mortem en éstos, lo que puede provocar cortes oscuros, pero cuando estas carnes fueron evaluadas por un panel sensorial no hubo diferencias en jugosidad y sabor. Otro efecto de la testosterona encontrado por Gerrard et al. (1987) es que ésta estimula la síntesis de colágeno. Y si además se considera que los resultados obtenidos por Huff-Lonergan et al. (1995) en machos existe una menor tasa de degradación post-mortem de las proteínas miofibrilares especialmente de titina y nebulina; explicada por una mayor actividad de la calpastatina (Morgan et al., 1993), esto estaría incidiendo negativamente en la terneza de la carne en machos. Page et al. (2001) encontraron un pH más elevado y valores de L* y b* más bajos para machos en relación a los novillos y a las vaquillonas.

Según Depetris (2000) la tasa de deposición de grasa intramuscular y el contenido de colágeno difieren entre razas, aspectos que podrían contribuir a explicar alguna variación racial en la terneza. Las diferencias entre *Bos taurus* y *Bos indicus* están bien establecidas y en las cruzas este factor se acentúa a medida que aumenta la proporción de sangre índica en el cruzamiento. Estas diferencias estarían explicadas por la menor fragmentación de los componentes del tejido magro, la mayor proporción de tejido conectivo y la mayor proporción de calpastatina en la carne 24 horas posteriores a la faena. Riley et al. (1986) han demostrado que la carne de *Bos indicus* es menos tierna que la de *Bos taurus*, esto está relacionado al proceso enzimático de proteólisis del músculo (ablandamiento de la carne por la rotura de partes del componente miofibrilar). Así, la extensión de la proteólisis inducida por las calpaínas en bovinos *Bos indicus* y *Bos taurus* se correlacionan con la textura, siendo mayor la proteólisis en *Bos taurus* que en *Bos indicus*, que presentan actividades más altas del inhibidor de la calpastatina (Schakelford et al., 1995).

Uno de los factores que más influyen en la calidad final de la carne es la alimentación, debido a que la nutrición puede tener un efecto regulador sobre los procesos biológicos, produciendo variaciones en el crecimiento y cambios en la composición tisular (Andersen et al., 2005). Los diferentes tipos de dietas producen cambios en el proceso de fermentación que ocurren a nivel ruminal, produciendo variaciones en las proporciones de los diferentes ácidos grasos que allí se producen. La alimentación con dietas concentradas hace que disminuya el pH ruminal, lo que causa una disminución de las bacterias celulolíticas y un incremento de las bacterias amilolíticas lo que da como resultado el aumento de la proporción de ácido propiónico y butírico (Ustarroz y De León, s.f.). Además, la disminución del pH puede provocar acidosis y trastornos digestivos. Estos cambios en los productos finales y el aumento de la energía afectan la respuesta animal, aumentando la tasa de crecimiento, y la composición de la ganancia disminuyendo la relación músculo/grasa que provoca un aumento de la tasa de deposición de lípidos y por lo tanto la acumulación de grasa (Byers, 1982). Este aumento del consumo de energía no sólo se traduce en cambios a nivel cuantitativo sino que también cualitativo, produciendo carnes con mejores valores de pH, mayor luminosidad, aumento de la terneza debido a mayor infiltración de grasa y mayor jugosidad.

Por otro lado, el origen de la alimentación (forraje, granos o subproductos industriales) provoca cambios en el perfil de ácidos grasos (Hedrick et al. 1983, Muir et al. 1998, Immonen et al. 2000, Priolo et al. 2001).

Las prácticas de manejo que tiendan a mejorar los factores que afectan la calidad de la carne deben ser tenidos en cuenta como ser; la correcta elección de la raza o tipo genético, selección por adaptación, conformación y temperamento. Las prácticas de castración, descorne, marcación son importantes para la calidad; al igual que todas aquellas que tiendan a reducir al mínimo el estrés animal, tal como uso de perros, gritos, encierres frecuentes y prolongados (Depetris, 2000). Así mismo cuando se producen largos períodos de ayuno (mayores a 24 horas), pueden provocar pérdidas de peso, disminución del rendimiento de la canal, así como también alteraciones de la calidad de la carne, entre ellos el descenso del pH (Gallo y Gatica, 1995). El manejo pre-faena es donde el productor tiene mayor incidencia, allí cobra vital importancia el trato y los cuidados que hay que tener en el armado y transporte en el camión. El transporte es una situación desconocida y estresante, que involucra la carga, encierre, descarga que puede llevar al disconfort del animal si no se realiza un manejo adecuado (Grandin, 1993). Puertas mal abiertas, latigazos y picanas, cantidad de animales cargados (tanto en exceso como en escasez), mezcla de animales de diferente tamaño y sexo son elementos que en mayor o menor medida predisponen a golpes, los cuales se traducen en hematomas y producen una importante pérdida de la calidad (Depetris, 2000). Las pérdidas registradas son de 0,5 a 3% del peso vivo durante e inmediatamente después del transporte (Grandin et al., 1995). Cuando el factor estrés es importante, la adrenalina actúa degradando el glucógeno, que es la reserva energética del músculo. Su agotamiento tendrá graves consecuencias después de la matanza: menor descenso de pH, por lo que la carne se mantiene oscura, hay un menor sangrado y aumenta la carga bacteriana (Depetris, 2000). Los menores contenidos de glucógeno a nivel muscular provocan que los procesos bioquímicos y biofísicos post mortem no se realicen con normalidad, disminuyendo los niveles de ácido láctico e imposibilitando que el pH pueda descender a valores de 5,5-5,6 (Castro y Robaina, 2003).

Los parámetros que definen la calidad de la canal y de la carne sufren distintas variaciones que no pueden ser explicadas aisladamente de los distintos factores de producción, ya que existe una estrecha interacción entre los mismos. En general las características de calidad de la canal dependen principalmente de la fase de producción del animal, mientras que las características de calidad de la carne dependen del tratamiento del animal en el matadero y del tratamiento de la canal y de la carne durante las fases de procesamiento y distribución. Si bien la mayoría de las cualidades que presenta la carne son inherentes al animal y a su sistema de producción, la influencia de las condiciones del animal previo a la faena, del tratamiento tecnológico de la canal y de la carne, propio del período post faena, y de los métodos de preparación y técnicas de cocinado pueden alterar sustancialmente dichas características (Consigli, 2001).

2.5. ¿TERMINACIÓN A PASTO O A CORRAL?

A los efectos de definir los sistemas de producción, es necesario analizar el potencial de los recursos dedicados a la producción ganadera. Se entiende por potencial, el máximo de producción que se puede obtener optimizando las prácticas de manejo conocidas para ese recurso (Pigurina, 2001).

En los sistemas de terminación a pasto, el manejo de la carga influye directamente sobre el consumo animal y por ende sobre la producción animal individual y por hectárea. La carga puede ser regulada por asignación de forraje, que se define como la cantidad de forraje ofrecido por día cada 100 kg de peso vivo expresada como porcentaje del mismo (Méndez y Davies, 2004). A medida que disminuye la asignación de forraje o aumenta la carga (animales/área) se produce una mejora en la utilización del forraje producido y en consecuencia aumenta la producción de carne por hectárea, pero disminuyen las ganancias individuales. En cierta medida estas menores ganancias son compensadas por una mayor carga en ciertos rangos de asignación, pero si se piensa en la etapa de terminación de animales se deberá priorizar la ganancia individual para así lograr una terminación adecuada (Beretta et al., 2008). Si se pretenden obtener altas ganancias individuales y dejar un buen remanente para mantener la productividad del verdeo se deben utilizar altas asignaciones de forraje (Beretta et al., 2019).

Con el fin de caracterizar el potencial de ganancia diaria en verdeos de invierno se presenta en el cuadro 2 un resumen de diferentes experimentos realizados para cuantificar el efecto de la asignación de forraje sobre la performance animal y la utilización de la pastura en las estaciones de otoño e invierno en engorde de novillos.

Cuadro 2. Efecto de las diferentes asignaciones de forraje sobre la performance de novillos en otoño e invierno

Pasturas	D (kgMS/ha)	Estación	AF (%PV)	U (%)	GMD (kgPV/día)	Referencias
	-		1,5	80	0,226	
Verdeos	-	Invierno	3	66	1,023	1
Raigrás	1810	Invierno	5	45	1,149	2
Avena + raigrás	2991	Ot. -inv.	2,5 5	64,9 48,1	0,316 0,507	3
Raigrás	1972	Ot. -inv.	2,5 5	56,7 27,1	0,873 1,348	4
Raigrás	2109 2022	Ot. -inv.	2,5 5	60,8 35,5	0,038 0,525	5
Verdeo de invierno	-	Ot. -inv.	2,5 5 3	- - 66	0,338 0,776 1,023	6
Raigrás	1912	Ot. -inv.	5	48	0,985	7
Raigrás	2859	Invierno	5	53,8	1,276	8
Raigrás	2500	Invierno	2,5 5 7,5 10	53 33,5 23,4 22,9	1,137 1,266 1,315 1,286	9

D= disponibilidad, af= asignación de forraje, u= utilización, gmd= ganancia media diaria, ot.-inv.= otoño-invierno. 1. Cibils et al. (1997), 2. Bertolotti et al. (2002), 3. Carriquiry et al. (2002), 4. Bartaburu et al. (2003), 5. Damonte et al. (2004), 6. Simeone et al. (2004), 7. Bidegain et al. (2007), 8. Contatore et al. (2007), 9. Beretta et al. (2019).

Analizando el cuadro anterior, a medida que aumenta la AF por encima de 5%, la respuesta en ganancia disminuye porque se espera que el animal alcance el consumo máximo de forraje. En cuanto a la utilización, disminuye a medida que se aumenta la asignación en todos los experimentos.

En los trabajos de Bertolotti et al. (2002), Bartaburu et al. (2003) encontraron mayores ganancias diarias que el experimento de Carriquiry et al. (2002), Damonte et al. (2004) trabajando a iguales asignaciones de forraje (5%). Esto se puede deber a que los primeros se realizaron en invierno donde la pastura se encuentra más balanceada nutricionalmente. Teniendo en cuenta el experimento de Bartaburu et al. (2003), se han estimado producciones de carne por hectárea de 214 y 150 kg a 2,5 y 5% AF, respectivamente. Esto no coincide con los datos de Beretta et al. (2019), quienes

obtuvieron producciones de carne de 836,6 kg/ha a 2,5% de AF, si bien las ganancias diarias máximas se dieron a una asignación de forraje 7,8% la producción de carne disminuyó registrándose una producción de 484 kg/ha. Se debe tener en cuenta que los experimentos tuvieron diferencias en cuanto a la siembra y cultivar utilizado. Por otra parte, Agustoni et al. (2008) consideran un rango de asignaciones de forraje entre 5,6 y 6,8% que permiten una adecuada ganancia por animal y una producción de 550 kg de carne por hectárea, como también un buen comportamiento de la pastura.

Analizando los datos de Beretta et al. (2019), es posible esperar ganancias medias diarias de 1,3 kg/día, si se trabaja con asignaciones de forraje de 7,5% en raigrás e inclusive mayores cuando se eleva hasta 7,8%. Estos datos concuerdan con Pigurina (2001) que afirma que utilizando verdeos anuales se pueden alcanzar ganancias de peso promedio de 0,6 a 1,3 kg/día.

En cuanto al engorde a corral se busca proporcionar cantidades adecuadas de alimento de buen valor nutritivo, aproximándose a la satisfacción de los requerimientos del animal, para que éste muestre todo su potencial genético en la producción de carne (Elizondo, citado por Villalbos, 2001). En este sistema de terminación se pueden esperar ganancias de peso entre 1,3 y 1,6 kg/día con dietas bien balanceadas (Pordomingo, 2013).

La eficiencia de conversión se refiere a la relación entre la cantidad consumida de alimento y la ganancia de peso por día (Sherman et al., 2010). Un animal que produce más masa corporal con la misma cantidad de alimento ingerido o la misma masa corporal con menor consumo de alimento se considera más eficiente que los demás animales que se desempeñan en igualdad de condiciones (mismo lugar, sexo, edad y manejo, Reuter et al., 2017). Esto es de suma importancia en este tipo de sistema, pues una mejora de 10% en la eficiencia de conversión representa un impacto económico de 3 a 4 veces más que una mejora en el 10% en ganancia de peso. Debido a esto, es fundamental medir y evaluar el consumo y la ganancia de peso obtenida en el corral (Elizalde, 2015). Los diferentes factores que determinan la eficiencia de conversión como consumo, ganancia de peso son de primer orden en importancia ya que determinan la rentabilidad del negocio junto con la relación de precios de compra-venta. Otros factores son el precio del alimento que afecta el valor económico de la eficiencia de conversión y por último en orden decreciente de importancia son los trastornos digestivos, precio del forraje, edad, sexo y el precio del concentrado proteico (Elizalde, 2015).

En la figura 1, se observa que los animales presentan un costo de mantenimiento, por lo tanto, la eficiencia de conversión aumenta a medida que el consumo de energía es mayor a este costo. Si el animal destina toda la energía del alimento a cubrir solamente los costos de mantenimiento es ineficiente, esto ocurre porque no hay un excedente de energía metabolizable para producción. Si el consumo es bajo, la conversión es “mala” y si el consumo es alto la conversión mejora. Esta relación

se da en cierto rango de consumo, el máximo consumo no garantiza la mejor conversión (Di Marco, 2006).

Según Byers (1982) el consumo de energía por encima de los requerimientos de mantenimiento y crecimiento de proteínas conlleva un aumento de la tasa de deposición de lípidos y por lo tanto la acumulación de grasa. Este aumento en la tasa de ganancia está afectando la composición de la ganancia disminuyendo la relación músculo/grasa.

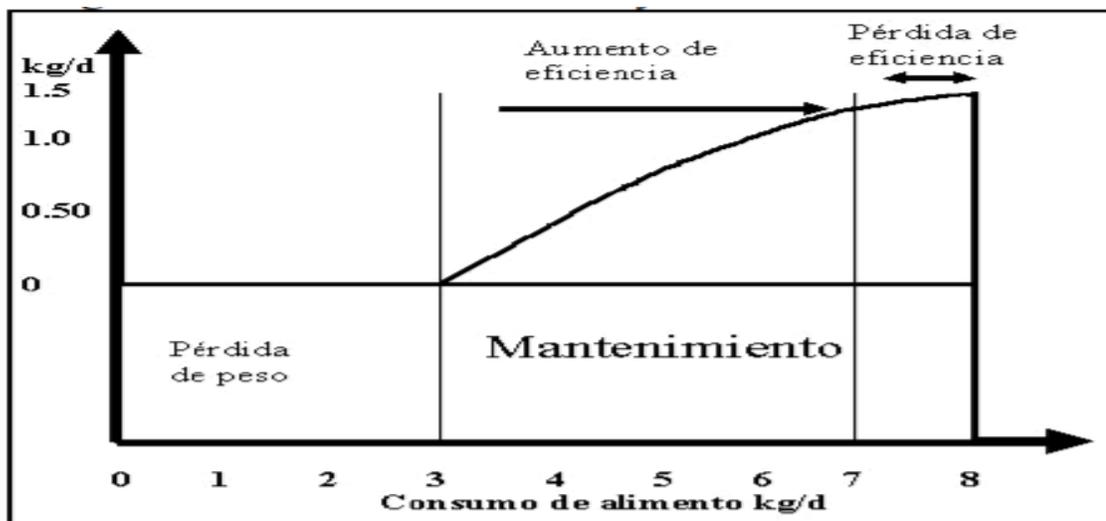


Figura 1. Consumo de alimento y eficiencia de conversión

Fuente: tomado de Di Marco (2006).

Entonces, la eficiencia de conversión para una misma oferta de energía metabolizable es peor en novillos que en novillitos porque a medida que aumenta el peso del animal y el nivel de engrasamiento, empeora el índice de conversión debido a mayores costos de mantenimiento y cambios en la composición de la ganancia. Para la categoría de novillo los valores frecuentes de índices de conversión se ubican en el rango de 6 a 9 kilos de alimento por kilo de aumento de peso (Pordomingo, 2013).

Según Elizalde (2015), la concentración energética de la dieta en un corral de engorde es un factor de gran importancia en cuanto a la eficiencia de conversión. Esta mejora a medida que disminuye la cantidad de voluminoso y aumenta la de concentrado en la dieta, sin embargo, se debe mantener una proporción mínima de voluminoso para que se produzca un correcto funcionamiento del rumen. En general, las dietas presentan una relación voluminoso/concentrado de 10/90%, siendo el almidón uno de los principales componentes energéticos, dependiendo del tipo de grano, su procesamiento, frecuencia de suministro, nivel de alimentación va a determinar el sitio de digestión lo que definirá su valor nutritivo (Barra, 2005).

Según datos recopilados por Parra y Elizalde (2002) concluyen que novillos que consumieron dietas más concentradas tuvieron mayores ganancias de peso y mejores

eficiencias de conversión, precisamente las de más de 60% de concentrado la eficiencia de conversión fue de 6 kg/kg y dietas con menos a 60% lograron 7,32 kg/kg.

En conclusión, se puede decir que mediante un correcto ajuste de la dieta a corral y con un manejo adecuado en un sistema a pasto se pueden obtener ganancias similares, según los trabajos citados anteriormente. El feedlot posee ventajas frente al tradicional sistema de producción pastoril, pero pueden llegar a formar una sinergia muy importante entre ellos. El engorde a corral mejora la eficiencia biológica de la producción de carne en el sistema, permite liberar el campo de una categoría menos eficiente (novillo con respecto al ternero o recría), planificar embarques con anticipación y de forma acertada en el tiempo. También puede ser usada de forma coyuntural aprovechando relaciones de precios implícitos, permitiendo una terminación más rápida de los animales (Simeone y Beretta, 2006).

2.5.1. Alimentación restringida

El conocimiento de controlar el consumo diario de materia seca (MS) por los animales en un corral de engorde no es nuevo. Los productores con frecuencia han sido capaces de determinar la cantidad de alimento que consume sus animales y otras tantas han limitado la ingesta en ciertas situaciones. Alguno de los beneficios que tiene la restricción del consumo son: aumentar la eficiencia alimenticia, es más precisa la predicción de los resultados (en cuanto a ganancia de peso), disminuye el costo variable de la ganancia, diluye el precio de compra del ganado, favoreciendo también la rentabilidad del negocio, disminuye la cantidad de raciones preparadas y entregadas facilitando el manejo del alimento (Salcedo et al., 2018).

La eficiencia alimenticia es de gran importancia económica en la producción de ganado vacuno ya que contribuye aproximadamente el 70% del costo total de la ganancia. Por lo tanto, un aumento del 5% en la relación ganancia/alimentación tiene un impacto económico cuatro veces mayor que un aumento del 5% de la ganancia diaria (Gibb y McAllister, 1999). Murphy y Loerch (1994) llegaron a la conclusión que la alimentación restringida durante el crecimiento y la terminación de novillos no disminuye la eficiencia de alimentación y en realidad puede mejorarla. Los novillos que estuvieron restringidos redujeron considerablemente sus requerimientos para mantenimiento y la acumulación de tejido magro representó un mayor porcentaje de la ganancia total.

Existe información internacional que han sugerido leves restricciones en el consumo, mejorando la eficiencia alimenticia en novillos de sobreño. Las supuestas explicaciones que hacen posible esta mejora en la eficiencia son: reducción en el tamaño del hígado y gastos de mantenimiento, reducción en la actividad física, aumento de la digestibilidad de la dieta con disminución de la ingesta, reducción del desperdicio de alimento (Hicks et al., 1990).

Según Murphy y Loerch (1994) la composición de la carcasa también se modifica con pequeñas restricciones en el consumo de materia seca. Se incrementa el

nivel de proteína de la canal en 2,6% y 7,9% en novillos que reducen su ingesta en 10% y 20% en comparación con la ingesta *ad libitum*. El contenido de grasa intramuscular del músculo *Longissimus dorsi* disminuyó linealmente cuando la ingesta de alimento fue restringida. Si bien las ganancias medias diarias se vieron reducidas linealmente en un 8% y 14% para las dos restricciones, la reducción del consumo provocó una mejora en la eficiencia durante la terminación de novillos. Estas mejoras estuvieron entorno al 4,2% y 12,6% para restricciones de 10% y 20%, respectivamente. Sobre la base de que se requiere más energía para depositar grasa que tejido magro debido al agua asociada con la proteína, los cambios en la composición de la carcasa y disminución de los costos de mantenimiento pueden ser responsables parcialmente en las mejoras de la eficiencia del alimento. Okine et al. (2004) indican que se puede restringir la ingesta de materia seca sin comprometer la ganancia diaria promedio.

En la figura 2 se presenta un resumen realizado por Sainz adaptado por Okine et al. (2004) de varios trabajos de investigadores de Estados Unidos que indican los efectos beneficiosos de la restricción moderada de alimento en la eficiencia de alimentación y ganancia promedio diaria.

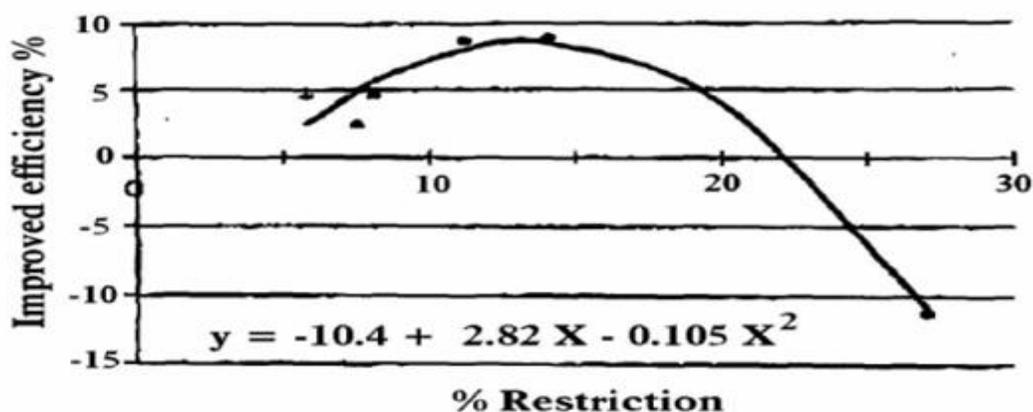


Figura 2. Mejoras en la eficiencia de conversión en función de la restricción en la oferta de alimento

Fuente: adaptado de Sainz por Okine et al. (2004).

Como se puede apreciar en la figura anterior, con un máximo de restricción de 15% en la alimentación provoca un aumento de aproximadamente del 9% en la eficiencia de alimentación, cuando se utilizan dietas altas en concentrado y como principal fuente energética grano de maíz, steam flakes de maíz, trigo, cebada.

Los resultados obtenidos por Choat et al. (2002) indican que las ganancias generales de peso vivo no se vieron afectadas para novillos alimentados a base de concentrados de manera *ad libitum* versus restringido al 8,3% (2,10 vs. 2,02 kg/día). Sin

embargo, esa restricción no fue suficiente para determinar diferencias significativas en la eficiencia de conversión global. Por otro lado, obtuvieron como resultados que los restringidos presentaron una mayor digestibilidad de materia seca en comparación con los *ad libitum* (81 vs. 68,3%) debido a un mayor tiempo de retención ruminal (17% más). También detectaron disminuciones en la excreción fecal de materia orgánica y nitrógeno en un 50 y 35% respectivamente cuando se restringió la ingesta.

Estas disminuciones de estiércol, de nitrógeno, y probablemente también las emisiones de metano a la atmósfera, determinan una buena tecnología para disminuir el impacto ambiental (Salcedo et al., 2018).

2.5.2. Lectura de comedero

El correcto manejo de un comedero, es clave para lograr los objetivos de un programa de alimentación. La correcta lectura de un comedero consiste en recorrer todos los días a primera hora antes de la primera comida los comederos de cada corral y anotar el remanente de comida del día anterior de cada uno de ellos, para compararlo con una escala predeterminada. Esto se realiza con el objetivo de conocer y controlar las variaciones del consumo de materia seca, ya que afecta directamente la eficiencia de conversión y la ganancia diaria de peso. Con una buena lectura de comedero se evita excesivas variaciones en el consumo (Casella y Ciuffolini, 2005).

El alimento posee un peso importante en los costos de producción, por lo que implementar esta herramienta junto con la observación del comportamiento animal y bosteo permite aumentar la eficiencia de conversión y disminuir posibles trastornos alimenticios (Viano, 2017). Para aumentar o disminuir entre 3-5% la cantidad de comida en el corral se recomienda esperar al menos 3 repeticiones de una misma lectura. La decisión de mantener, aumentar o disminuir el nivel de suministro de alimento dependerá de la lectura del día con la de los días anteriores (Casella y Ciuffolini, 2005).

La lectura de comedero permite también observar que sea correcto el mezclado y distribución de la ración en el comedero, verificar el correcto estado del alimento es decir si presenta hongos o alguna otra suciedad, observar el estado y actitud de los animales (Casella y Ciuffolini, 2005). El clima puede ser otro factor influyente en el consumo de alimento del animal, es así que el calor puede reducir drásticamente la ingesta y hay que tenerlo en cuenta a la hora de la lectura de comederos. La lluvia afecta la palatabilidad del alimento y el barro producido restringe el movimiento de los animales dentro del corral, afectando el acceso al comedero y a los bebederos, por ende, disminuyendo severamente el consumo (Bolsen y Pollard, citados por Cheri, 2018).

2.6. IMPACTO DEL TIPO SISTEMA DE TERMINACIÓN EN LA CALIDAD DE LA CANAL Y CARNE

Dentro de los factores productivos que están afectando la calidad del producto final se abordará en el tipo de sistema de terminación y la alimentación.

En general las características de la carcasa son principalmente afectadas por la concentración energética de la dieta o la energía consumida y la calidad de la carne puede ser más afectada por la naturaleza de dieta (Elizalde, 1999).

2.6.1. Calidad de la canal

Los parámetros de calidad de la canal son de gran importancia, debido a que el engrasamiento y el peso de la misma van a estar afectando otras cualidades. Por ejemplo, la cobertura de grasa estará afectando el descenso de la temperatura luego del sacrificio y por lo tanto el pH, que a su vez incide en la terneza de la carne, por otro lado, el peso de la canal va a afectar el tamaño de los cortes valiosos. Por lo tanto, estas dos características representan los principales criterios para clasificar la calidad de las canales y son los que le van a dar valor al producto a la hora de ser comercializado (Briskey y Bray, citados por Del Campo, 2008).

En el siguiente cuadro se presentan diferentes trabajos a nivel nacional e internacional donde se evalúa el efecto de los tipos de sistemas de engorde de novillo (pastoril y confinamiento) y el manejo de la restricción del consumo en el feedlot sobre los parámetros calidad de la canal.

Cuadro 3. Efecto de los sistemas de terminación (pasto o corral, dentro de este último como *ad libitum* o restringido) sobre características de la canal de novillos

S A	R	T P	S %	DF	V/C	GMD kg/d	PCC kg	R %	AO		Referen- cia
									B cm ²	EGS mm	
P		Pra.		329		0,71	243	54,8	57,5	7,3	1
C	A			216		1,19	265	57,8	77	9,9	
P		Mix.		346		0,75	248,7	58,1	55,3	8,2	2
C	H			224	+	1,52	268	58,8	61,3	13,5	
P		Rg.		140		1,1	342	55,7	73,2	7,8	3
C				140	5/95*	1,23	355	56,1	72,8	8,3	
C				140	5/95*						
C	C			140	*	1,14	341	55	67,6	9,3	
P		Pra.		130			225		55,2	3,8	4
C	H			100	50/50		240,1		62,9	6,1	
P		Rg. 5									5
C	H	% AF	1	120		1,25	263	52,1	63,6	9,3	
				120	40/60	1,51	274,4	51,3	65,2	10,2	
P		Pra. 4									6
C	H	% AF		215		0,51	264,2	53			
				100	++	1,56	264,6	49,1			
P	C	TF				1,64	386	65,9	86,5	13,5	7
C	B			196	12/88	1,63	371	66,3	84,5	16,3	
		A-C									8
P		6 %							54,5	8,6	
C	A	AF		104	40/60	1,06			50,6	9,7	
C	A			104	10/90	1,26			52,5	13	

SA= sistema de alimentación, p= pastoril, c= corral, r= raza, tp= tipo de pastura, % af= asignación de forraje, s %= suplementación (% del peso vivo), df= días a faena, v/c= relación voluminoso/concentrado de la dieta, gmd= ganancia media diaria, pcc= peso canal caliente (segunda balanza), r%= porcentaje rendimiento, aob= area ojo de bife, egs= espesor grasa subcutánea, h= hereford, cb= cruza británica, aa= aberdeen angus, c=continental, pra.= pradera, rg= raigrás, tf= trigo forrajero, a-c= avena y centeno, mix= 57% del tiempo en pradera convencional, 20% rastrojo de pradera, 20% sorgo forrajero, 3% avena, += voluminoso *ad libitum* y concentrado (87% grano maíz o arroz, 10% harina soja, 0,4% urea, 2,6% vitamina y minerales), ++= voluminoso *ad libitum* y concentrado (85% maíz quebrado, 12,8 expeler de girasol, 0,98% urea, 0,122% vitamina y minerales), * *ad libitum*, ** 85% del *ad libitum*, *** 70% del *ad libitum*. 1. Pordomingo et al. (s.f.), 2. Rosso et al. (1998), 3. Gil y Huertas (2001), 4. Steen et al. (2003), 5. Realini et al. (2004), 6. Beriau et al. (2007), 7. Brito et al. (2007), 8. McCurdy et al. (2010).

Según estudios efectuados por Rosso et al. (1998) comparando dos tratamientos uno a pasto y el otro a corral, las mayores ganancias medias diarias (GMD) se dieron en el corral lo que atribuye a un mayor consumo de energía. Los animales alimentados a base de concentrado redujeron el tiempo a faena, culminaron con superiores pesos de carcasa, engrasamiento y rendimiento con respecto al pasto, explicado por las mayores tasas de ganancias.

En el ensayo realizado por Gil y Huertas (2001) el criterio de faena fue cuando alcanzaron un peso similar o superior a 450 kg PV. La GMD de los animales a corral fue superior, el rendimiento carnicero no mostró diferencias significativas, pero sí en lo que respecta a espesor de grasa subcutánea (EGS) y área ojo del bife (AOB) siendo mayor en los animales a corral. En conclusión, el sistema de feedlot presentó menos tiempo a faena, por ende, menor edad a faena, mejor grado de terminación y conformación.

Steen et al. (2003) presentan no sólo el efecto de tipo de alimentación, sino también el efecto de restringir el consumo en el corral. Cuando se comparan *ad libitum* con restringido al 85% del consumo *ad libitum* las GMD, PCC, EGS, marbling fueron similares; no así para AOB. La restricción del 70% del consumo si presentó una clara reducción de la GMD lo que afectó de forma directa el PCC, marbling, AOB habiendo disminuído con respecto a la alimentación *ad libitum*; pero el EGS no presentó diferencias significativas. En lo que respecta al sistema de terminación a pasto y a corral *ad libitum* estos no presentaron diferencias en GMD, PCC, EGS, marbling, AOB; pero si en grasa total de la carcasa siendo mayor para corral *ad libitum*. La composición de las ganancias y canal de los animales en pastoreo presentaron mayor contenido magro y menor contenido de grasa que animales *ad libitum*.

Realini et al. (2004) obtuvieron como resultado, que los animales terminados a concentrado presentaron mayores pesos de canal caliente (PCC), profundidad de grasa, grado de terminación, AOB y mejor conformación.

En el caso del trabajo de Beriau et al. (2007) el criterio de faena fue de 120 días en terminación, las ganancias registradas entre los tratamientos difirieron siendo mayor para los animales a corral, pero esta diferencia no fue suficiente para marcar una diferencia en PCC. Esto según Rosso et al. (1998) se debe al efecto de la suplementación de los animales en pastoreo que hace que aumente el peso y rinde de las carcasas. En este caso no se presentaron diferencias en AOB y tampoco para EGS.

Brito et al. (2007) utilizaron como criterio de faena cuando los animales lograron 500 kg PV. Los resultados fueron que los animales a pasto se faenaron cuatro meses más tarde que los del corral, debido a menor tasa de ganancia. En los resultados no se encontraron diferencias en el PCC entre pasto y corral. Pero si la conformación y terminación de los animales a corral fue mayor. La composición de la canal para los animales a concentrado presentó menor porcentaje de hueso, grasa e igual porcentaje de músculo que a pasto.

McCurdy et al. (2010) quienes definieron como criterio de faena el grado de terminación, las GMD fueron similares, no hubo diferencias en PCC, rendimiento, AOB, marbling; por el contrario, si presentaron mayor EGS los animales a corral.

En Argentina, Pordomingo et al. (s.f.) realizaron la comparación de tres tratamientos, dos en corral con diferentes grados de inclusión de concentrado y uno a pastoreo de verdeo de invierno. No presentaron diferencias de GMD entre pasto y corral alimentados con menor cantidad de concentrado, pero sí cuando se compararon con corral a mayor nivel de concentrado, siendo mayor para éste último. No se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos en AOB, ancho y largo del bife. Pero sí para los parámetros de EGS, grasa intramuscular y veteados, los cuales fueron mayores para el tratamiento a corral alimentado con mayor proporción de concentrado. No existieron diferencias entre pasto y corral cuando éstos consumían alimento con menor proporción de concentrado (oferta de energía metabolizable).

En conclusión, del presente resumen de trabajos se puede decir que el principal factor que está incidiendo en las diferencias entre los sistemas de engorde es la concentración energética de la dieta como también lo reportaron Pastorini et al. (2011); esto resulta en diferentes ritmos de crecimiento siendo este el principal factor que estaría modificando significativamente las características de la canal (O'Ferrall et al., 1990). En general, cuando las ganancias del corral son superiores al pasto, las carcasas conformación y terminación son superiores. Sin embargo, cuando las tasas de ganancias son iguales o presentan poca diferencia estas características son similares. Como también lo sugiere Elizalde (1999) que indica que animales consumiendo pasturas de alta calidad y sin restricciones pueden lograr altas ganancias y similares rendimientos e igual grado de engrasamiento que a corral.

Una restricción leve del 85% del consumo de *ad libitum* puede no presentar grandes cambios. Pero si se evalúa a una restricción del 70%, si puede afectar de forma significativa la calidad de la carcasa. Esto concuerda de cierto modo con Murphy y Loerch (1994), pero en este caso con menores restricciones ya se presentaron diferencias.

2.6.2. Calidad de la carne

En el cuadro 4 se reportan diferentes trabajos tanto nacionales como internacionales donde se compara la calidad de la carne de novillo en sistema de engorde a pasto y a corral. Se utilizan experimentos que ya fueron citados en el cuadro 3 y otros nuevos que sólo presentan parámetros de calidad de carne.

Cuadro 4. Efecto de los sistemas de terminación pastoril y a corral sobre la calidad de la carne de novillos

SA	pH	L*m	a*m	b*m	L*g	a*g	b*g	WB (kg)	GI %	PPC %	Referencia
P	5,52	35,8	19,6	9,8							1
C	5,44	39,2	20,5	11,1							
P	5,7	33,8	20,45	8,77	72,4	5,94	15,2 3	4,7	<		2***
C	5,7	35,56	20,4	8,44	71,8	5,2	13,5	4,5	>		
P	5,6	33,3	21,8	11,8	63,2	11,1	18,8	2,8	=		3
C	5,4	39,1	21,9	13,3	70,7	4,4	14,3	3			
P	5,79	38,93	23,17	10,49	74,9		17,4 1	2,56**	<		4*****
C	5,57	42,06	24,96	11,76	76,9		13,8 3	2,71**	>		
P	5,7	39,3	19,4	10,9	78,7	4,5	18,8	3,2*			5
C	5,5	40,1	17,1	10,2	76,2	6,6	15,5	4,5*			
P	5,71	34,9	16,6	12,9				3,3	=	28,1	6
C	5,78	36,6	15,8	14,7				3,33	=	28,4	
C	5,64	33,1	18,8	16,8				3,14	>	29,4	

SA=sistema de alimentación, p= pastoril, c= corral, l*m= (luminosidad del músculo *L. dorsi*) 0= negro, 100= blanco), a*m= (índice de rojo/verde del músculo *L. dorsi*, valores positivos=rojo, valores negativos=verde), b*m = (índice de amarillo/azul del músculo *L. dorsi*, valores positivos= amarillo, valores negativos= azul), l*g= (luminosidad de la grasa subcutánea, 0= negro, 100= blanco), a*g= (índice de rojo/verde de la grasa subcutánea, valores positivos= rojo, valores negativos=verde), b*g= (índice de amarillo/azul de la grasa subcutánea, valores positivos= amarillo, valores negativos= azul), wb= warner bratzler, gi= grasa intramuscular, ppc= pérdidas por cocción, * terneza luego de 7 días de maduración, ** terneza luego de 14 días de maduración, < menor, > mayor, = igual, *** dieta de corral (alta concentración energética) y pastoril (pradera), faenados con igual peso, **** dieta corral (relación 58 % voluminoso y 42 % concentrado) y pastoril (pradera) igual fecha de finalización. 1. Pordomingo et al. (s.f.), 2. Vestergaard et al. (2000), 3. Realini et al. (2004), 4. Beriau et al. (2007), 5. Duckett et al. (2007), 6. Brito et al. (2007).

2.6.2.1. pH

Según Immonen et al. (2000) declaran la alimentación con altas concentraciones de energía en el engorde de ganado permite incrementar las reservas de glucógeno en el músculo, de ese modo lograr un correcto descenso del pH y así alcanzar los niveles adecuados luego del sacrificio.

Estudio realizado por Vestergaard et al. (2000) mencionan que animales alimentados en sistemas extensivos presentaron menor concentración de glucógeno en el músculo *L. dorsi* que los alimentados de forma intensiva. Lo que lleva a registrar mayores valores de pH y mayor variabilidad. Los trabajos de Brito et al. (2007), Duckett

et al. (2007) también concuerdan con estos; además Brito et al. (2007) estudian la evolución de la caída del pH luego de la faena, en las primeras 3 horas las canales del tratamiento a corral presentaron menor valor de pH que el tratamiento a pasto. También señala que las diferencias podrían atribuirse al mayor grado de engrasamiento de las canales a corral. No obstante, Pordomingo et al. (s.f.), Realini et al. (2004), Beriau et al. (2007), no encontraron cambios en el pH entre los sistemas.

2.6.2.2. Color de la carne y grasa

Priolo et al. (2001) realizaron una revisión de 35 experimentos comparando los sistemas de terminación, obteniendo como resultado, que animales alimentados en base a pasto presentan un color de carne más oscura (menor valor de L^*) que animales alimentados con concentrados a través de métodos objetivos. Estas diferencias fueron atribuidas tanto a variaciones en el contenido de grasa intramuscular como al de pH final, a menor GIM y mayor pH disminuyen el valor de L^* . El menor porcentaje de GIM le imprime menor claridad a la carne y, por otro lado, el mayor pH provoca que se eleve el consumo de oxígeno por la mitocondria y aumento de la capacidad de retención de agua, lo que resulta en una capa más delgada de oximioglobina y menor dispersión de la luz incidente (Pearson y Dutson, 1994). Según los trabajos de Beriau et al. (2007), Brito et al. (2007) no encontraron diferencias entre los sistemas. Pero si se observa menor L^* en animales provenientes del pasto para los casos de Vestergaard et al. (2000), Realini et al. (2004), Duckett et al. (2007), en el caso de Pordomingo et al. (s.f.) sólo cuando se compara pasto y corral con mayor concentración energética, pero no pasto contra corral con igual oferta de Mcal/kg MS.

Vestergaard et al. (2000) también reportan una mayor pigmentación del músculo *L. dorsi* lo que resulta en un mayor valor de a^* en animales provenientes de dietas pastoriles, atribuyendo esto a una mayor actividad física. Sin embargo, Hodgson et al. (1992) dan otra explicación a este mayor valor, le asignan ese efecto a una mayor edad a faena en los sistemas pastoriles, que conlleva a un aumento en la cantidad de mioglobina. Esto se puede apreciar en el trabajo de Brito et al. (2007) en el cual los animales en pastoreo se faenaron cuatro meses más tarde y presentaron mayor valor de a^* . Por el contrario, Duckett et al. (2007) reportan que el valor de a^* fue menor para animales a pasto, en este caso lo explican por mayor pH, lo que coincide con Page et al. (2001) quienes afirman que el pH también está afectando los valores de a^* y de b^* , donde valores mayores de pH post-mortem implica color menos rojo (menor a^*) y menos amarillo (menor b^*). También se presenta una correlación positiva entre el contenido de lípidos totales y el b^* , siendo menor para los animales a pasto por bajo contenido lipídico.

En el caso del color de la grasa, la coordenada a^* y b^* presenta un mayor valor en los sistemas pastoriles para todos los casos citados en el cuadro 4. Estos reportan un efecto directo del contenido de β caroteno en la grasa que aumenta el valor de b^* . Este pigmento es absorbido y depositado en el tejido adiposo provocando un cambio de

tonalidad del mismo, pasando de blanco a un color amarillo claro. El β caroteno proviene de los alimentos que consume el animal, presentando diferencias en la concentración entre los alimentos; los forrajes contienen hasta 500 ppm en cambio los granos presentan menos de 5 ppm siendo esto el principal factor en la diferencia en b^* entre los sistemas (Yang et al., 2002). Este color de la grasa no afecta el sabor ni el valor alimentario de la carne, pero puede representar un problema en cuanto a la comercialización debido al rechazo del consumidor final (Mora y Shimada, 2000).

2.6.2.3. Terneza

Las altas tasas de ganancias en etapa de terminaciones determinadas por dietas altamente concentradas, generan pH por debajo de 5,8, lo que producen mayor actividad de la enzima calpaína, responsable de la degradación de fibras musculares y también se asocia negativamente sobre la actividad de la calpastatina, que es un inhibidor de la calpaína luego de la faena. También se produce un aumento en la cantidad de colágeno soluble (Schackelford et al. 1995, Thompson 2002, Archile- Contreras et al. 2010). Por lo tanto, esto estará contribuyendo a mejorar la terneza. Los estudios realizados por Duckett et al. (2007) concluyen que pasar 0,23 a 0,68 kg PV/día no altera el colágeno total, el porcentaje soluble e insoluble y tampoco provoca un cambio en la terneza medida objetivamente y subjetivamente.

Cuando se compara de forma objetiva la terneza entre sistemas de terminación, Pordomingo et al. (s.f.), Realini et al. (2004), Beriau et al. (2007), no encontraron diferencias cuando es medida a las 24 horas luego de la faena. Por otra parte, en el primer estudio al igual que Brito et al. (2007), reportan que luego 7, 14 y 20 días de maduración la carne de los tratamientos a pasto es más tierna. Diferenciando con Duckett et al. (2007) quienes no hallaron diferencias luego de 14 y 28 días de maduración; así como tampoco en la terneza inicial y general cuando es evaluada por un panel sensorial. Aunque el contenido de colágeno fue mayor para los animales en pasturas no se encontró efecto directo sobre la terneza. Mc Intyre y Ryan, citados por Muir et al. (1998), no encontraron diferencias en la terneza de la carne al comparar animales terminados a base de pasto y concentrado a similar edad, peso de faena y ganancia media diaria. De la misma forma, Mandell et al. (1998) con ganancias de 1,3 y 1,5 kg/día a pasto y a corral, respectivamente, no encontraron diferencias en la terneza.

2.6.2.4. Jugosidad

Hedrick et al. (1983) han comprobado que el nivel de energía influye en la jugosidad, siendo más jugosas las carnes provenientes de animales que fueron alimentados con dietas altas en energía. Sin embargo, en la investigación de Pordomingo et al. (s.f.) se evaluaron las pérdidas por cocción entre los tratamientos pasto y corral, no encontrándose diferencias a pesar de que se suministró diferentes ofertas de energía y que las tasas de crecimiento difirieron. Van Koevering et al. (1995) concluyeron que a medida que la duración de terminación a corral es mayor, las pérdidas por cocción disminuyen.

2.6.2.5. Grasa intramuscular

Con frecuencia ésta es descrita subjetivamente como el marmoleo (marbling). Se deposita entre las fibras musculares, su cantidad y composición está efectuando cambios en la percepción de la ternura, jugosidad y flavor (Muir et al., 1998). Existe una correlación positiva entre el peso ($r=0,80$) y espesor de grasa subcutánea ($r=0,79$) con relación al marbling, éste aumenta cuando se suministran dietas altas en concentrado (May et al., 1992). Scollan et al. (2006) consideran corte magro a los que contienen entre 2 y 5% de grasa intramuscular.

El contenido de grasa en el músculo *L. dorsi* encontrado por Gil y Huertas (2001), Realini et al. (2004), Duckett et al. (2007) fue mayor en animales alimentados a grano. En el caso de Pordomingo et al. (s.f.) sólo es mayor en corral cuando comparan pasto y corral con alta concentración energética de la dieta, ya que si comparan pasto y corral a menor concentración no encuentran diferencias. En los experimentos de Steen et al. (2003), Beriau et al. (2007), McCurdy et al. (2010) no muestran diferencias entre los tratamientos. En resumen, las diferencias que se dan entre sistemas, se deben a diferencias marcadas en las ganancias que afecta la deposición de grasa intramuscular.

2.6.2.6. Perfil de ácidos grasos

Estos depósitos de grasa intramuscular también son de gran interés de estudio, en relación a los tipos de ácidos de grasa que lo componen y su importancia en la salud humana (Scollan et al., 2006). Éstos se dividen en ácidos grasos saturados (AGS) e insaturados, a su vez, éste último se divide en mono-insaturado (AGMI) o poli-insaturado (AGPI). Los ácidos grasos con más de una ligadura se dividen en omega 3 u omega 6 y son esenciales debido a la incapacidad del organismo de sintetizarlos, por lo tanto, deben ser consumidos en la dieta. Éstos presentan acciones antagónicas por lo tanto se debe mantener un equilibrio entre ambos (Depetris y Santini, 2005). El nivel de consumo principalmente AGS aumenta la cantidad de colesterol, lo cual aumenta el riesgo de sufrir enfermedades cardiovasculares y el consumo de AGMI o AGPI disminuyen los riesgos (Nicolosi et al., 2001). Según Wood et al. (2004) la relación AGPI: AGS debe ser superior a 0,4. Por otro lado, existe un compuesto conocido como CLA (ácido graso linoleico conjugado) siendo el isómero cis-9, trans-11 que presenta un efecto anticancerígeno y se encuentra en productos de rumiantes (McGuire y McGuire, 2000).

Pasando a evaluar el efecto de los diferentes sistemas de terminación en los trabajos de Gil y Huertas (2001), Steen et al. (2003), Realini et al. (2004) reportan que los animales alimentados a pasto presentaron una relación de AGPI: AGS superior y en las dos últimas investigaciones y Rosso et al. (1998) los animales a pasto presentaron una relación omega 6/ omega 3 menor. En el caso de Realini et al. (2004) quienes también evaluaron el contenido de CLA, la concentración de éste fue mayor en los animales a pastoreo.

En conclusión, los sistemas de engorde están afectando de forma directa el perfil de ácidos grasos a través del tipo de alimento que consumen, siendo los sistemas pastoriles los que ofrecen un mejor perfil de ácidos grasos en sus carnes.

2.7. HIPÓTESIS

A igual ganancia de peso vivo durante la fase de terminación de vacunos (a pasto o a corral), el sistema de alimentación afecta la eficiencia de conversión, y la calidad de canal y carne cuando los novillos son faenados a igual peso vivo.

Una restricción moderada (10%) de la oferta *ad libitum* en la alimentación a corral, mejora la eficiencia de conversión del alimento sin afectar significativamente la ganancia de peso vivo. Esta respuesta podría verse afectada por cambios en el patrón de consumo en el corral. Además, la restricción moderada podría afectar la calidad de canal y carne en novillos.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LOCALIZACIÓN Y PERÍODO EXPERIMENTAL

El trabajo experimental se realizó en la Unidad de Producción Intensiva de Carne (UPIC) de la Estación Experimental “Dr. Mario Alberto Cassinoni” (EEMAC) de Facultad de Agronomía, ubicada en ruta 3 kilómetro 363, Paysandú, Uruguay. El período estuvo comprendido entre el 18 de junio y el 7 de octubre del 2019, con una duración de 16 semanas. Previamente se realizó el período pre-experimental comprendido entre el 4 y 17 de junio.

3.2. CLIMA

Dentro del período experimental, la temperatura media fue de $14,8 \pm 2,6$ °C; el promedio de la máxima se encontró en $19,5 \pm 2,58$ °C y la mínima de $9,1 \pm 2,82$ °C. Las precipitaciones acumuladas durante el experimento alcanzaron los $577,6 \pm 86$ mm. Estos datos fueron recabados por la estación meteorológica perteneciente a la EEMAC, ubicación latitud: 32° 22' 41" S; longitud: 58° 03' 50" W.

3.3. MATERIALES E INFRAESTRUCTURA

Se contó con corrales semi-techados donde se asignaron 22 m²/animal. Dentro de cada corral se colocó un comedero de hormigón con 30 cm de frente de ataque por animal y tarrinas con una capacidad de almacenaje de 50 litros de agua, las cuales eran completadas a diario asegurándose una oferta *ad libitum* y de calidad. El piso del corral era de balastro, presentaba leve pendiente con el fin de tener un desagüe y que se diera un rápido secado luego de las lluvias. Cabe destacar que el corral presentó limpieza y rellenado de piso en dos ocasiones, la primera al inicio del experimento y la otra a los 70 días.

3.4. SUELOS

El área en el cuál se efectuó el experimento corresponde a la formación Fray Bentos, unidad San Manuel y grupo de suelo 11.3. El relieve en general es mesetiforme, con zonas altas aplanadas con pendiente casi nula y laderas convexas de pendientes variables entre 5 y 8%. Los suelos dominantes en la zona de la meseta son brunosoles éutricos lúvicos, de color pardo muy oscuro, textura franco arcillo limosa, fertilidad alta y moderada a imperfectamente bien drenados, y solonetz. Pueden existir fases alcalinas entre los dos suelos mencionados. En las laderas existen brunosoles éutricos típicos, profundos, moderadamente profundos y superficiales. Con respecto a los suelos asociados, se pueden citar litosoles éutricos melánicos en las convexidades más

marcadas y en las concavidades, planosoles éutricos melánicos. Con un índice de productividad de 149 (MGAP. PRENADER, 2020).

3.5. PASTURAS Y RACIÓN

Los potreros utilizados fueron los 5, 4 y 3 de la Unidad de Producción Intensiva de Carne (UPIC).

Se utilizaron dos verdes invernales, 13 hectáreas de raigrás (*Lolium multiflorum* cv Bill Max) y 9 hectáreas de blend (*Avena byzantina* y *Lolium multiflorum* cv. de Blend Startup 100). Un blend es la mezcla física de dos o más especies forrajeras, en el caso Blend Startup 100, está compuesto por *A. byzantina* cv. La Estanzuela 1095a/RLE 115 y *L. multiflorum* cv. Bill Max en una proporción 75/25, respectivamente.

Ambos verdes tuvieron como antecesor una pradera vieja. El período de barbecho comenzó el 6 de febrero de 2019 con una aplicación de amina, plicloram y glifosato. Los verdes fueron implantados a través de siembra directa el 22 de marzo de 2019, con una densidad de 25 y 60 kg/ha para raigrás y avena respectivamente. La fertilización starter fue de 60 kg/ha de 7-40-0. El raigrás recibió re-fertilización con 100 kg/ha de urea el 31 de julio luego del primer pastoreo.

Se formuló además una ración totalmente mezclada (RTM) con el objetivo de lograr una ganancia media diaria de 1,3 kg, cuya composición de ingredientes y química se presenta en el cuadro 5.

Cuadro 5. Ingredientes, composición química y características físicas de la RTM y verdeo ofrecido (expresado en % base seca)

Ingredientes	RTM	Verdeo*
Ensilaje de sorgo planta entera	25	
Sorgo grano molido	50	
DDGS	18	
Núcleo	7	
Composición química		
Materia orgánica	92,1	87,4
Proteína cruda	12,3	10,9
Fibra detergente neutro	42,8	45,7
Fibra detergente ácido	19,6	23,7
Cenizas	7,9	12,6
EM (Mcal/kg MS) **	2,66	2,54
Características físicas		
Aporte de FDNfe ***	37,9	

*Cortado al raz del suelo, ** EM (Mcal/ kg MS) = EB*DMS*0,82 (Marten y Barnes, 1980), ***Fibra detergente neutro físicamente efectiva, FDN*fef= el factor efectividad corresponde al aporte de partículas mayores a 1,18 mm.

3.6. ANIMALES

Se utilizaron 48 novillos Hereford, nacidos en la primavera 2017 provenientes del rodeo experimental de la EEMAC. En el verano anterior, previo al inicio del experimento, los animales estuvieron pastoreando sorgo forrajero, la mitad de ellos suplementados con DDGS y la otra no, de forma que fueron bloqueados por manejo previo debido a su diferencia en peso vivo. A inicio del período pre-experimental ($362 \pm 5,1$ kg vs. $310 \pm 3,7$ kg, respectivamente).

3.7. TRATAMIENTOS

Los animales en cada bloque fueron sorteados a dos grupos y éstos a uno de los dos sistemas de terminación (pastoreo o corral). Dentro del sistema de alimentación a corral estos fueron luego sorteados a dos formas de manejo de oferta de alimento (*ad libitum* o restringida). Estos sistemas difieren en el tipo de alimentación y manejo, pero están orientados a lograr ganancias diarias de peso similares.

En el sistema de terminación a pasto (STP), se utilizaron verdeos invernales pastoreados con oferta de forraje de 7,5 kg MS/100 kg de peso vivo (oferta para maximizar consumo y ganancia de peso, n=4, 6 novillos/unidad experimental, UE).

Sistema de terminación a corral (STC-AL), estabulación y suministro *ad libitum* de la RTM (AL, 10% de rechazo diario en el comedero, n=4, 3 novillos/ UE).

Sistema de terminación a corral (STC-RE), estabulación y suministro de la RTM, restringido (RE, 90% de la oferta *ad libitum*, n=4, 3 novillos/ UE).

3.8. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

3.8.1. Período pre-experimental

Al inicio de este período los animales fueron bloqueados por manejo previo debido a su diferencia en peso vivo.

Esta fase presentó una duración de 14 días, desde el 4 de junio al 17 de junio del 2019 y tuvo como objetivo el acostumbramiento gradual de los animales del sistema de terminación a corral, al consumo de concentrados e instalaciones y para el sistema de terminación a pasto el manejo del pastoreo en franjas semanales a la asignación a utilizar en el período experimental.

3.8.2. Período experimental

Este período abarcó en su totalidad 111 días, desde el 18 de junio hasta el 7 de octubre del 2019. Los tratamientos de los sistemas de terminación a corral y a pasto se iniciaron con un peso de $351 \pm 34,5$ kg y $336 \pm 28,7$ kg respectivamente.

Los animales se faenaron cuando alcanzaron un peso entorno a los 500 kg, se tomo este criterio con el objetivo de reproducir los pesos de embarque en Uruguay. Utilizando este criterio, el tiempo a faena fue de 90 días para STC y 111 días para STP.

3.8.2.1. Manejo del sistema de terminación a corral

El alimento se ofreció en dos comidas diarias (8:00 a.m. y 14:00 p.m.) de igual cantidad. El ajuste de la cantidad ofrecida fue regulado con lectura de comedero todos los días antes de la primera comida. En el tratamiento a corral *ad libitum*, se garantizó que la alimentación fuera *ad libitum* ajustando la oferta para regular que el rechazo fuera de aproximadamente un 10% del total ofrecido. En el tratamiento a corral restringido, se suministró un 90% del consumo de alimento de los animales que estaban *ad libitum*. Esta oferta se reguló semanalmente, teniendo el consumo de alimento de los animales que estaban con oferta *ad libitum* en la semana anterior. Además, se realizó lectura de comedero todas las mañanas en los animales que estaban restringidos de forma de comprobar la restricción y que el rechazo fuera mínimo o cero.

3.8.2.2. Manejo del sistema de terminación a pasto

Los verdes se pastorearon en franjas semanales con una asignación de forraje del 7,5% del PV. El área de la franja fue ajustada en función de la disponibilidad de la pastura y el peso de los animales sin horas de ayuno. Como no existía disponibilidad de agua dentro de la franja, se trasladaban los animales a diario al bebedero más cercano.

3.9. REGISTROS Y MEDICIONES

3.9.1. Animales

El registro del peso vivo individual fue al inicio y cada 14 días, finalizando con el peso al momento del embarque. El peso se registró a primera hora de la mañana, previo al suministro de la primera comida, sin período de ayuno previo. Los animales se pesaron por orden de llegada ya que se juntaban los 48 animales de los dos tratamientos. Se trabajó con una balanza electrónica, con una precisión de $\pm 0,5$ kg.

Se midió altura de anca al inicio y al final del experimento al mismo momento que se hizo la primera y última pesada.

3.9.2. Sistema de terminación a pasto

3.9.2.1. Biomasa y altura del forraje disponible y remanente

La determinación de cantidad de materia seca (MS) de forraje disponible fue estimada dos días antes de entrar a la nueva franja de pastoreo, mediante la técnica de rendimientos comparativos (Haydock y Shaw, 1975), marcando y cortando una escala de tres puntos (alta, media, baja de disponibilidad) con 2 repeticiones cada una, tomando en cuenta tanto la altura como la densidad del forraje. Para cada punto de la escala se cortó al ras del suelo con tijera de aro el forraje comprendido en un cuadro de 30*30 cm (0,09 m²). La altura se tomó en cinco puntos en la diagonal del cuadro, siendo ésta el punto de contacto más alto que tocara la regla.

Luego se realizó frecuencia general (200 frecuencias) y con el peso vivo promedio de cada lote se armaban las franjas. Después se volvió a hacer frecuencia (50), pero dentro de cada franja para ajustar la oferta con mayor precisión. Las muestras eran llevadas a estufa para ser secadas durante 48 horas a 60°C para determinar materia seca, luego se guardaban para realizar su posterior análisis químico.

El forraje remanente se estimó con la misma metodología (doble muestreo) explicado anteriormente, el muestreo se realizaba el día posterior al que se cambiaban los animales a la siguiente franja y se llevaba a cabo todas las semanas de pastoreo.

La medición de la altura se efectuó en 5 puntos en la diagonal del cuadro en el caso de las escalas y un punto en caso de la frecuencia. Tomando como ésta el punto de contacto más alto que tocara la regla. Se efectuaron estas mediciones tanto para el caso de disponibilidad como para remanente de forraje.

3.9.2.4. Consumo materia seca

Se estimó semanalmente en cada parcela por el método agronómico, a partir del forraje desaparecido, que es la diferencia entre biomasa ofrecida y la biomasa remanente, el cálculo de la utilización del forraje que es: $UF (\%) = (\text{biomasa de forraje desaparecido} / \text{biomasa ofrecida}) * 100$. Por lo tanto, si se le asignó una oferta de forraje y se calcula el porcentaje de utilización se debería obtener el consumo de materia seca ($CMS (\text{kg}/100 \text{ kg peso vivo}) = OF * UF$).

3.9.3. Sistema de terminación a corral

3.9.3.1. Consumo

Para el caso del sistema de terminación a corral se midió diariamente el consumo, como la diferencia entre la materia seca ofrecida y el rechazo por cada una de las repeticiones del tratamiento.

3.9.3.2. Patrón de consumo diario

El patrón de consumo en el corral se caracterizó durante tres días dentro de las semanas 2, 6 y 10 con el objetivo de describir la distribución de consumo de MS a largo del día. Durante el período de horas luz, comenzando luego de la primera comida, se registro el peso del alimento residual en el comedero a intervalos de una hora, retornando el residuo al comedero una vez pesado.

3.9.3.3. Aporte de fibra efectiva

Esto se lo determinó en la semana 10 al alimento ofrecido en el corral con muestras triplicadas de cada ingrediente y de las RTM, utilizando el separador de partículas Penn State que consiste en determinar el tamaño de la partícula de la dieta, obteniendo la distribución del alimento que realmente consume el animal (Heinrichs y Kononoff, 2008).

3.10. REGISTROS Y MEDICIONES PRE Y POST FAENA

3.10.1. Determinaciones en frigorífico

En la mañana siguiente al embarque, a las 7:00 a.m. aproximadamente (21 horas después del embarque) se pesaron individualmente para determinar el peso luego del desbaste (vaciado del tracto digestivo), para determinar el porcentaje de desbaste. Luego este peso se utilizó para calcular el rendimiento (relación entre el peso de la canal y peso vacío).

La faena se efectuó a las 10:30 a.m. (24 horas después del embarque) donde se registró el peso de la canal caliente (PCC). A las 24 horas post mortem se troceó la carcasa entre la 10^a. y 11^a. costilla, obteniéndose cuarto delantero y trasero, también se midió el pH sobre el músculo *Longissimus dorsi* con un peachímetro con electrodo de penetración portátil marca ColePalmer.

A las 48 horas luego de la faena se realizó medición de área de ojo de bife (AOB), espesor de grasa de subcutánea (EGS) y color en la zona lumbar a la altura de la 10^a. costilla. De cada media canal izquierda se tomaron cuatro trozos por animal de aproximadamente 2,5 cm de ancho del músculo *Longissimus dorsi* de la porción costal comprendida entre la 10^a. y 11^a. costilla, los cuales fueron envasados al vacío para continuar con las mediciones en el laboratorio de Facultad de Agronomía, EEMAC.

3.10.2. Determinaciones en laboratorio

Se determinó marmoleo, color del músculo, terneza, pérdida por cocinado y grasa química. El marmoleado se clasificó según la escala USDA a través de estándares fotográficos (USDA, 2020). Se utilizó puntos intermedios para clasificar de forma más precisa las canales. Para eliminar las diferencias subjetivas entre operadores, la puntuación la realizó un sólo operador.

La lectura de color del músculo se realizó tras una hora de exposición al aire (bloom) registrándose por triplicado las coordenadas L*, a* y b* con un colorímetro Minolta CR-300 (Japan). El parámetro L* es la claridad y es directamente proporcional a la reflectancia de la luz reflejada, los valores van desde 0 (negro) a 100 (blanco), a* corresponde a las tonalidades de rojo, donde los valores positivos corresponden al rojo y los negativos se acercan al verde, b* mide el grado de amarillamiento, siendo amarillo los valores positivos y azules los negativos.

Para la determinación de terneza, las muestras fueron descongeladas y se cocinaron en un baño María termostático hasta una temperatura interna de 70° C. De cada muestra se extrajeron de 8 a 12 sub-muestras de 1,25 cm de diámetro, en el sentido de las fibras musculares, las que luego fueron sometidas a la fuerza de la cizalla Warner-Bratzler (Beltrán y Roncales, 2000). En ese momento, tras su descongelamiento, se pesaron antes y después de la cocción. El cociente entre la diferencia de ambos pesos, dividido el peso tras la descongelación, se utilizó para calcular las pérdidas por cocción (Pla, 2001).

3.11. ANÁLISIS QUÍMICO

Las muestras tomadas semanalmente de cada ingrediente de la RTM fueron compuestas en una única muestra para el período experimental.

De igual forma se realizó una muestra compuesta del forraje disponible para el STP, a partir de las muestras recogidas cada semana contribuyendo con igual cantidad a la muestra compuesta. Las muestras están compuestas por 19% de blend y 81% de raigrás, ya que es la proporción de tiempo que estuvieron en cada verdeo. Éstas fueron analizadas en el laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Agronomía, Montevideo. Se estimó Proteína Cruda (PC), Fibra Detergente Neutro (FDN), Fibra Detergente Ácido (FDA) y Ceniza (C). El contenido de cenizas o mineral se obtuvieron incinerando las muestras entre 500 y 600°C por varias horas. El valor de PC se determinó a través del método Kjeldahl, el cual estima el nitrógeno total liberado por el proceso de digestión química y luego es multiplicando por el factor 6,25 (AOAC, 2012).

La FDN comprende la fracción que contiene los componentes de la pared celular. Se determina a través de un detergente neutro (sulfato lauril sódico). La FDA se obtiene cuando la muestra es sometida a una solución detergente ácido (bromuro de cetil trimetil amonio, Van Soest et al., 1991).

3.12. SANIDAD

El manejo sanitario se realizó en dos ocasiones, la primera intervención se fue el 12 de julio de 2019, se vacunó con ivermectin clos (ingrediente activo: ivermectina, closantel, acetilmetionina) y neumosan a dosis de 7 y 5 ml, respectivamente. La segunda vez el 31 julio del 2019 con la aplicación de pour-on califly plus (cipermetrina, butóxido

de piperonilo y carbaryl) a dosis de 15 ml por animal, ya que la Dr. Veterinaria de Facultad de Agronomía tras una revisión detectó la presencia de piojos masticadores en la zona del lomo.

3.13. VARIABLES CALCULADAS

La ganancia media diaria fue calculada a través de regresión lineal del peso vivo en el tiempo para cada uno de los animales.

La eficiencia de conversión se calculó como el cociente entre el consumo promedio diario y la ganancia media diaria calculada a través de regresión lineal del peso vivo en los días para cada unidad experimental.

El patrón de consumo de MS se calculó para cada corral y día de observación como cociente entre el desaparecido por hora y el consumo total en horario diurno.

La digestibilidad de la materia seca se estimó a través de la ecuación $DMS = 88,9 - (\%FDA \times 0,779)$ propuesta por Marten y Barnes (1980), ésta considera el contenido de fibra detergente ácido de la dieta.

3.14. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El experimento fue analizado según un diseño de bloques al azar considerando al grupo de animales como unidad experimental utilizando un modelo general, incluyendo el efecto de la media general, de bloque y tratamiento. Fue utilizado el paquete estadístico SAS.

De acuerdo con el modelo lineal generalizado, se analizó mediante el procedimiento GLM. Las variables de respuestas: peso vivo final, eficiencia de conversión, altura final y variables de faena.

$$Y_{ij} = \mu + B_j + T_i + \beta_1 x_1 + \varepsilon_{ijk},$$

Donde,

Y_{ijk} : (PV final, eficiencia de conversión, altura final y variables de faena).

μ : media general.

B_j : efecto del i -ésimo bloque ($i = 2$).

T_j : efecto del j -ésimo sistema de terminación ($j = 3$).

$\beta_1 x_1$: coeficiente de regresión asociado a la covariable peso de inicio.

ϵ_{ijk} : error experimental.

Las variables con medias repetidas en el tiempo, fueron analizadas mediante el procedimiento Mixed de SAS.

El efecto de los tratamientos en la ganancia media diaria fue estudiado mediante un modelo de heterogeneidad de pendientes del PV en función del tiempo.

$$Y_{ijklm} = \beta_0 + \zeta_i + B_j + \epsilon_{ijk} + \beta_1 dl + \beta_{1i} \zeta_i dl + \beta_2 PV_{ijk} + \sigma_{ijkl}$$

Donde,

Y_{ijkl} : PV.

β_0 : intercepto.

ζ_i : efecto del i-ésimo tratamiento (i=pasto, corral-*ad libitum*; corral-restringido).

B_j : efecto del j-ésimo bloque de peso ingreso (j= 1, 2).

ϵ_{ijk} : error experimental.

β_1 : es la pendiente promedio (ganancia diaria) del PV en función de los días (dl).

$\beta_{1i} \zeta_i$: es la pendiente del PV en función de los días (dl) para cada tratamiento.

β_2 : es la pendiente que afecta a la covariable PV al inicio del experimento.

σ_{ijkl} : es el error de la medida repetida en el tiempo.

El consumo de materia seca en corral se analizó mediante el modelo general:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \epsilon_{ij} + S_k + D_l(S)_k + (\alpha S)_{ik} + \delta_{ijk}$$

Donde,

Y_{ijk} : consumo de MS (kg/a/día y % PV).

μ : media poblacional (consumo).

α_i : efecto relativo del i-ésimo tratamiento (t=2).

ϵ_{ij} : error experimental del i-ésimo tratamiento y j-ésima repetición.

S_k : efecto relativo del k-ésimo momento de medición del consumo (semana).

DI(S)K: es el efecto de los días dentro de cada semana.

$(\alpha M)_{ik}$: efecto relativo de la interacción entre los efectos del i-ésimo tratamiento y k-ésimo momento de medición.

δ_{ijk} : error experimental del i-ésimo tratamiento, j-ésima repetición y k-ésimo momento de medición.

El efecto del tratamiento sobre los componentes de la alimentación en pastura fue analizado mediante el modelo general:

$$Y_{ijklm} = \mu + B_i + \zeta_j + S_l + (\zeta S)_{ijl} + \epsilon_{ijk} + \Sigma_{ijklm}$$

Donde,

Y_{ijklm} : disponibilidad, rechazo, utilización, altura entrada y salida del forraje; consumo de pastura.

μ : media general.

B_i : efecto del i-ésimo bloque (1, 2).

ζ_j : efecto del j-ésimo tratamiento (pasto).

S : efecto de la S-ésima semana (1, 2...,16).

ϵ_{ijk} : error experimental.

Σ_{ijklm} : es el error de la medida repetida en el tiempo.

Se consideró que un efecto era estadísticamente significativo cuando la probabilidad de error tipo I era menor al 5%. Las medias fueron comparadas mediante contrastes ortogonales ($n = T - 1$).

Efecto del sistema de alimentación: sistema de terminación a pasto vs. sistema de terminación a corral (*ad libitum* + restringidos).

Efecto del nivel de oferta en el sistema de terminación a corral: *ad libitum* vs. restringidos.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. CONDICIONES AMBIENTALES

En el cuadro 6 se presentan los datos de temperatura promedio y precipitaciones mensuales durante el período experimental y valores promedios para una serie histórica desde 1961 a 1990 para el departamento de Paysandú.

Cuadro 6. Condiciones climáticas para el período experimental

Mes	Temp. media (°C)	Temp. media hist. (°C)	Precipitaciones (mm)	Precipitaciones hist. (mm)
6	14,7	11,7	202,4	70
7	11,2	11,8	28,2	71
8	11,7	12,9	104,4	73
9	15,4	14,6	36,8	91
10	17,4	17,5	205,8	122
Promedio y desvío estándar	14,08 ± 2,6	13,7 ± 2,4	115,5 ± 86,1	85,4 ± 22,2

Fuente: elaborado con base a MDN. DNM (1991), FA. EEMAC ¹

La temperatura promedio para el período si bien fue 2,7% superiores a la media histórica, ésta se encontró dentro del rango desvío estándar de la media histórica.

En cuanto al promedio de precipitaciones para el período experimental fue mayor a la media histórica en un 26%, ésta se encontró fuera del rango ± 22,2 desvío estándar para la media histórica. También se observó una mayor variabilidad en el período del año del experimento en relación al año histórico, tanto para temperatura como para las precipitaciones. Giménez et al. (2004) explican que existe alta probabilidad que los valores de un año no sean similares a los de una serie histórica “año promedio” y que exista alta variabilidad.

Se concluye que la temperatura fue normal en el período, y en cuanto a las precipitaciones promedio, si bien fueron superiores, éstas presentaron mala distribución donde fueron escasas en los meses de julio y septiembre, y abundantes en los meses de junio y octubre.

¹ FA. EEMAC (Facultad de Agronomía. Estación Experimental Dr. Mario A. Cassinoni). Estación Meteorológica. 2019. Temperaturas y precipitaciones promedio mensuales para el período entre junio y octubre del 2019 (sin publicar).

4.2. CARACTERÍSTICAS DE LA PASTURA

Haciendo referencia a las variables que describen a la pastura y su manejo, éstas fueron afectadas por la semana experimental ($P < 0,0001$), es decir que por lo menos una semana fue estadísticamente diferente a las demás, para las variables presentadas en el cuadro 7. En éste se presenta una serie de valores promedio con los que se trabajaron a lo largo del experimento y que fueron utilizados para describir la pastura.

Cuadro 7. Biomasa y altura de forraje pre y post pastoreo y utilización de verdeo de invierno pastoreado por novillos Hereford en franjas semanales

	Media***	EE	Efecto S ²
Disponibilidad forraje, kg MS/ha	2406	120,94	**
Altura pre-pastoreo, cm	24,3	0,93	**
Remanente de forraje, kg MS/ha	1357	91,06	**
Altura remanente, cm	12,9	0,76	**
Utilización, %	36,9	3,7374	**
AF efectiva, %	8,2	0,1404	**

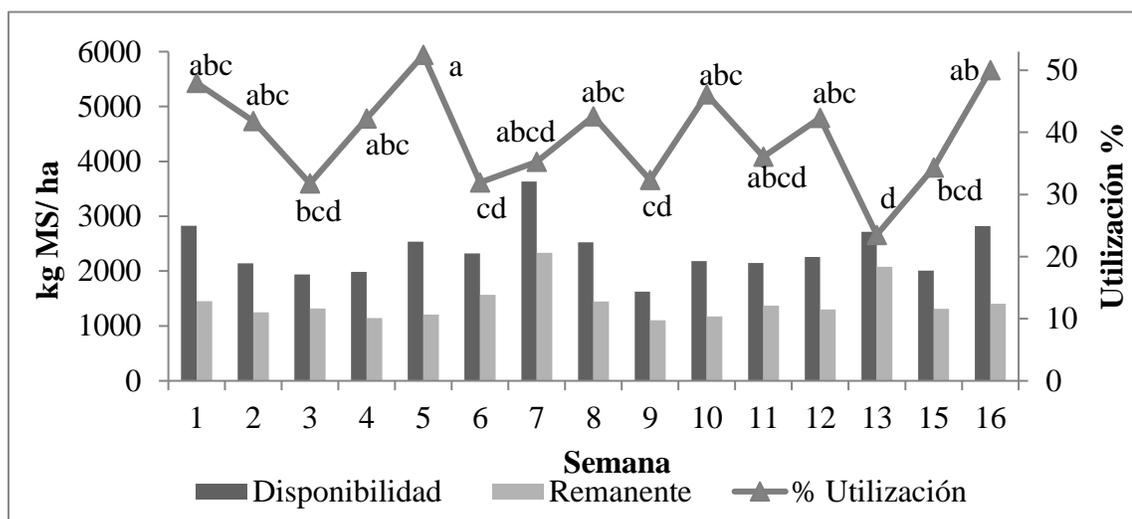
Raigrás Bill Max (pastoreado 13 semanas), blend Startup 100 (pastoreado 3 semanas), ²⁺ ($P < 0.10$), * ($P < 0.05$), ** ($P < 0.01$), ns ($P > 0.10$), *** medias ajustadas para el período experimental.

La disponibilidad de entrada en todas las semanas fue cercana a los 2000 kg MS/ha o por encima, según Hodgson (1981) estos valores no serían limitantes para obtener máximos consumos por parte del animal. La altura de ingreso a la parcela presentó un promedio de $24,3 \pm 3,7$ cm que coincide con la recomendación general de Zanoniani et al. (2003), que toma una altura de ingreso de pastoreo de 20 cm en verdeos de invierno para evitar desperdicio de forraje y pérdidas de plantas. Al igual que con la disponibilidad, la altura tampoco estaría limitando el consumo (Morris et al., 1993).

Como lo muestra la figura 3, no hubo grandes cambios en la biomasa pre-pastoreo entre semanas, pero sí puntualmente en algunas, que puede estar explicado, por un lado, por el componente suelo ya que en los potreros destinados al pastoreo se observó zonas de blanqueales mencionado en el punto 3.4 como fases alcalinas, donde la disminución de la disponibilidad era drástica. Otro factor que pudo estar incidiendo sería la disminución de las precipitaciones que se observó en los meses de julio y septiembre.

En cuanto a la biomasa remanente la semana 7 fue la que presentó mayor volumen, esto posiblemente sería explicado porque fue la que presentó mayor forraje pre-pastoreo. La altura del remanente en ninguna de las semanas fue inferior a 5 cm, siendo la mínima de 9,2 cm en la semana 5, con esto se puede decir que el manejo fue adecuado para este verdeo. Zanoniani et al. (2003) afirman que se debe mantener un

remanente mayor a 5 cm para que la pastura presente una buena área foliar para su posterior rebrote, ya que estas especies presentan poca capacidad de acumular reservas.



a, b, c, d= medias semanales seguidas de diferente letra difieren estadísticamente ($P < 0.10$).

Figura 3. Disponibilidad de entrada, rechazo y utilización de verdeo de invierno pastoreado por novillos Hereford en diferentes franjas semanales durante el período experimental

La utilización no presentó gran variabilidad entre semanas como lo muestra la figura 3, pero si difieren algunas semanas puntuales una de otras (ejemplo: 5 de la 13). El promedio para todo el período fue de 36,9% como se observa en el cuadro 7 y éstas nunca superaron el 50%. Esto estaría evidenciando según Hodgson (1990) que no habría habido restricciones de la utilización sobre máximos consumos voluntarios. El promedio difiere de lo encontrado por Beretta et al. (2019), ya que trabajando sobre raigrás Bill Max con una disponibilidad de 2500 kg MS/ha aproximadamente y con la misma asignación de forraje que en este trabajo, se registró una utilización de 23,4% promedio, aunque con una categoría de vacunos más liviana. El valor encontrado en este experimento se asemeja a valores presentados por Elizondo et al. (2003), Damonte et al. (2004) pero en estos casos utilizaron una asignación de 5% del peso vivo.

Pasando a analizar la calidad del forraje, que se presentó en el cuadro 5 la composición química del mismo. El contenido de materia seca (MS) promedio del forraje ofrecido fue de $19,4 \pm 3,6\%$ lo que no sería problema para obtener altos consumos, ya que según Verité y Journet (1970) en el caso de que los valores sean menores a 18% se observaría una reducción del consumo de 1 kg MS por cada 4% de disminución en el contenido de materia seca.

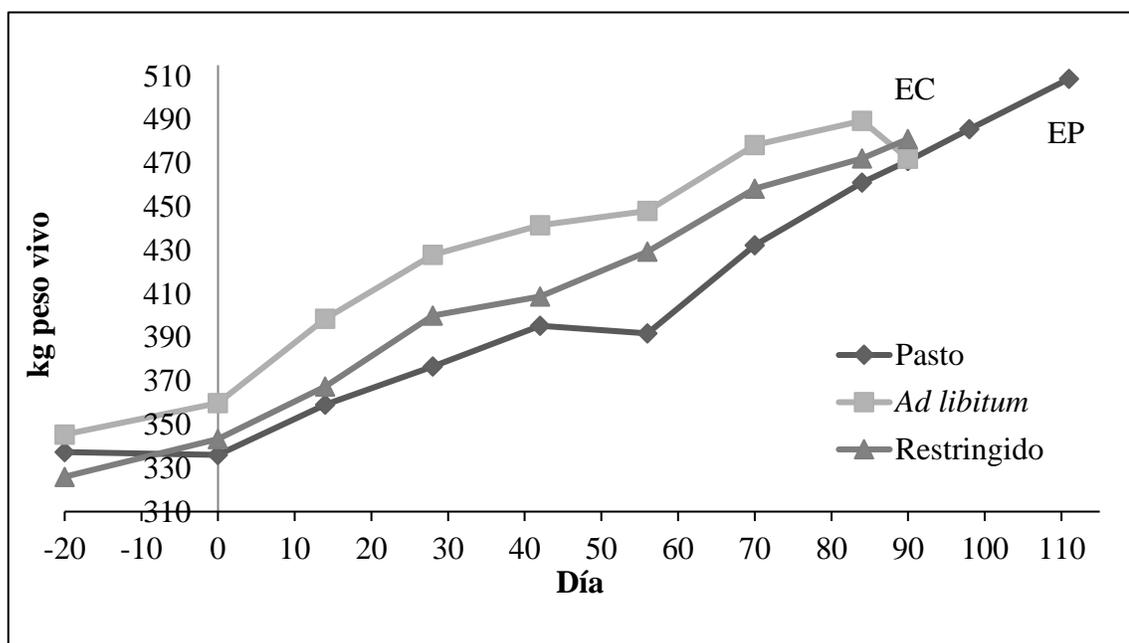
En cuanto a los valores de proteína cruda (PC) en promedio fueron de 10,9% para el forraje ofrecido. Se puede decir que ese valor es bajo si se toma en cuenta que se trata de una pastura de alta calidad, no coincidiendo con los datos reportados por Carriquiry et al. (2002), Bartaburu et al. (2003) quienes obtuvieron en promedio 17,2 y 17,9% de PC, respectivamente. Esto puede ser beneficioso debido a que esta pastura pudo no haber presentado desbalance energía/proteína, pues Elizalde y Santini (1992) reportan que valores entorno a 12% PC se puede considerar como un forraje balanceado.

Los valores de FDN fueron de 45,7% lo que se podría decir que no causó limitantes en el consumo, debido a que según Verité y Journet (1970) reportan que si el contenido es superior a 45-50% sí disminuiría el consumo por menor digestibilidad y tasa de pasaje. Los datos se asemejan a los reportados por Bertolotti et al. (2002), Damonte et al. (2004), Contatore et al. (2007) quienes obtuvieron valores de FDN entre 42-51%. La FDA fue de 23,7% siendo éste valor menor a los encontrados por Damonte et al. (2004), Beretta et al. (2019) en raigrás, quienes registraron valores de 35,4% y 27,3% respectivamente; pero similares a lo reportado por Contatore et al. (2007).

Obteniéndose alta digestibilidad de la materia seca (DMS) 70,4% en el presente trabajo como es de esperar para este tipo de forrajes. También se debe tener en cuenta, que la calidad de lo consumido por parte del animal podría ser mayor al que se le ofrece, esto se puede explicar por efecto de selección y se puede volver más importante cuando se trabaja a altas asignaciones de forraje. Esto queda demostrado en los trabajos de Damonte et al. (2004), Pastorini et al. (2011), quienes analizaron muestras del forraje ofrecido y el consumido. Esta última la reprodujeron mediante una técnica llamada *hand clipping*, la cual consiste en simular mediante cortes la selección que realiza el animal mediante el pastoreo. Reportaron aumento del porcentaje de proteína cruda, disminución de los valores FDN y FDA, por lo tanto, se estaría aumentando el porcentaje de digestibilidad del forraje. En base a esto es factible que el forraje que consumieron los animales a pastoreo presentara mejores valores que los presentados en el cuadro 5.

4.3. EFECTO DEL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN SOBRE LA CURVA DE CRECIMIENTO

En la figura 4 se visualiza el cambio del peso vivo animal durante el período pre-experimental, en números negativos es la etapa de acostumbramiento y en positivos el período experimental.



EP= embarque animales pasto, ec= embarque animales corral.

Figura 4. Efecto de los sistemas de alimentación sobre la evolución del peso en novillos desde inicio del período pre-experimental hasta faena (4 de junio al 7 de octubre)

Si bien al inicio del período pre-experimental los animales habían sido bloqueados por peso vivo para que éstos presentarán menor variabilidad entre tratamiento, sin embargo, los pesos vivos al inicio del período experimental entre los tratamientos presentaron una leve tendencia a existir diferencias significativas ($P=0.0679$). Esta tendencia se da tanto cuando se realiza comparación de los tratamientos pasto versus corral (336 vs. 351,5 kg; $P=0.0758$), como también entre los tratamientos de diferentes ofertas de alimentos en el corral (359,8 vs. 343,3; $P=0.0978$). Esto se podría atribuir a que las ganancias diarias de peso en ese período posiblemente fueron diferentes entre los tratamientos que de cierto modo se puede observar en la figura anterior. Estas diferencias de peso se observan a lo largo de todo el experimento debido a que las ganancias no difirieron entre tratamientos.

4.4. GANANCIA DE PESO, CONSUMO Y EFICIENCIA DE CONVERSIÓN

Con el fin de analizar las variables que corresponden a la performance animal en el cuadro 8, se observan los datos de peso inicial, ganancia media diaria (GMD), peso final, altura final, el promedio de consumo de materia seca, digestibilidad y la eficiencia con la que convirtieron ese alimento en producto (EC).

Cuadro 8. Efecto del sistema de alimentación (pasto o a corral, dentro de éste último como *ad libitum* o restringido al 90%) previo a la faena sobre la performance de novillos, consumo y eficiencia de conversión

	Pasto (P)	Corral (C)		EE	Contrastes	
		AD	RE		C vs. P	AD vs. RE
Peso vivo inicial, kg	336,0	359,8	343,3	6,22-6,22- 6,22	+	+
Ganancia de peso vivo, kg/día	1,46	1,39	1,49	0,06-0,07- 0,07	ns	ns
Peso final embarque (ajustado)	508,8	472,0	481,1	4,53-4,91- 3,97	**	ns
Altura final, cm	131,5	130,5	131,5	0,8-0,78- 0,82	ns	ns
Días de alimentación	111	90		-	-	-
Consumo de MS, kg/día	13,2	13,5	11,7	0,32-0,32- 0,32	ns	**
Consumo de MS, kg/100 kg PV	3,2	3,05	2,7	0,06-0,06- 0,06	**	**
Digestibilidad la MS, %***	70,4	73,6		-	-	-
Consumo de MS digestible, kg/día	9,3	9,9	8,6	0,23-0,23- 0,23	ns	**
Eficiencia de conversión ****	9,0	10,0	7,9	0,22-0,22- 0,22	ns	**

+(P<0.10), * (P<0.05), ** (P<0.01), ns (P>0.10), ee= error estándar (P-AD-RE), c vs. p= corral vs. pasto, ad vs. re= *ad libitum* vs. restringido, **** eficiencia de conversión de la materia seca consumida estimada a partir del consumo total de MS y la ganancia de peso total para los días de alimentación, *** DMS= 88.9-(%FDA x 0.779, Marten y Barnes, 1980).

4.4.1. Ganancia de peso, peso final y altura final

Las ganancias medias diarias no presentaron diferencias significativas entre los tres tratamientos (P=0.2844), pero sí fue afectado por peso vivo inicial (P=0.0002).

El no haberse encontrado diferencias cuando se comparan pasto vs. corral (P=0.7636) es coherente si se analizan algunos aspectos. Por un lado, la ingesta de energía posiblemente era similar, si se considera que consumían iguales cantidades de materia seca por día y éstas contenían similares concentraciones energéticas. Si bien los animales en pastoreo en general presentan mayor gasto de energía total explicado por actividad de pastoreo y caminata, este gasto extra según Di Marco (1998) puede ser minimizado o hasta compensado por un ligero aumento en el consumo cuando la pastura presenta alta disponibilidad como lo fue en este caso.

En los trabajos de Rosso et al. (1998), Beriau et al. (2007) reportan mayores ganancias en novillos alimentados a corral respecto a aquellos terminados solamente a pasto, pero como explican, esto se debió a un mayor consumo energético de los animales alimentados a corral. Sería lógico lo hallado en este trabajo, ya que se consumieron similares cantidades de energía y se obtuvieron iguales ganancias.

La tasa de ganancia por parte de los animales alimentados a pasto que se presentan en el cuadro 8 fueron similares o hasta superiores a la reportada por Beretta et al. (2019) a igual asignación de forraje y sobre verdes de similares características; también coincide con Pigurina (2001) quien reporta que es factible alcanzar estos valores de ganancias sobre este tipo de verdes. Los valores en corral se ajustaron a lo esperado en función de la formulación de la RTM. También concuerda con lo reportado por Pordomingo (2013) quien cita que es de esperar ganancias entre 1,3 y 1,6 kg/día con dietas bien balanceadas, Simeone et al. (2018) al analizar una extensa base de datos de Uruguay, reportan un valor de $1,3 \pm 0,2$ kg/día para novillos de esta categoría.

El peso vivo final pre-embarque fue afectado por el tratamiento ($P=0.0029$), observándose un mayor peso promedio para los novillos terminados a pasto. Ésta diferencia se dió de forma significativa entre los tratamientos pasto vs. corral ($P=0.0009$), con pesos vivos finales de $508,8 \pm 15,7$ y $476,6 \pm 15,4$ kg, respectivamente. En principio se podría pensar que ésta diferencia se debe a la mayor duración del tratamiento a pasto en relación al corral (111 vs. 90 días, respectivamente) ya que las ganancias de peso fueron similares. Sin embargo, como se muestra más adelante el peso a faena luego de 24 horas de ayuno no difirieron entre estos dos tratamientos, explicado por diferencias en el porcentaje de desbaste.

En conclusión, los animales a pasto obtuvieron mayor peso final pre-embarque por mayor llenado ruminal, el desbaste de estos fue 7,38% y a corral 3,12% lo cual concuerda con lo expresado por Di Marco (1993), quien menciona que los animales en confinamiento presentan menor desbaste que los animales provenientes de pasturas.

La restricción de la oferta de alimento en los tratamientos a corral no afectó la ganancia media diaria ($P=0.3810$), coincidiendo con Choat et al. (2002), Steen et al. (2003) quienes tampoco encontraron diferencias significativas entre novillos con consumo *ad libitum* y restringido al 8,3% y 15%, con dietas con relación voluminoso/concentrado de 10/90 y 5/95, respectivamente; pero difiriendo de Murphy y Loerch (1994) quienes al restringir la ingesta de una dieta relación voluminoso concentrado de 18/82 en un 10% y 20% provocaron una disminución lineal de las ganancias, pero como se verá más adelante esto no indicó peores EC. Choat et al. (2002) explican que la obtención de similares ganancias se debe a mejoras en la digestibilidad de la dieta pasando de 68,3% a 81%. En cambio, Murphy y Loerch (1994), Steen et al. (2003) explican que se debió a cambios en la composición en la carcasa, aumentando la relación tejido magro/ grasa en los animales restringidos. Produciéndose una reducción en la energía requerida para ganancia, debido a que la energía para depositar tejido magro es menor que para grasa.

Sin embargo, Okine et al. (2004) atribuyen diferentes mecanismos como: aumento de la digestibilidad de la materia orgánica por reducción de la ingesta; reducción de los requerimientos de mantenimiento por disminución del peso y actividad de los órganos gastrointestinales e hígado, y por último aumento de la acumulación de tejido magro en relación con el aumento de la grasa.

Si se toman éstas posibles explicaciones para analizar lo sucedido en el presente trabajo, se observa que el cambio en la composición de la carcasa o cambio en el peso de los órganos no estarían explicando el resultado, pues como se vera más adelante no se detectó grandes diferencias en calidad de carne y canal, y los rendimientos de las carcasas tampoco presentaron diferencias, lo cual podría ser una medida indirecta de cambios en el peso visceral (cuadros 9 y 10). Por lo tanto, al descartar los diferentes mecanismos, ésta mejora se podría atribuir al aumento de la digestibilidad de la dieta, lo que concuerda con lo reportado por Hicks et al. (1990), Mathison y Engstrom (1995), Choat et al. (2002) quienes afirman que, al disminuir la ingesta de alimento, reduce la velocidad de pasaje del alimento, aumenta el tiempo de retención, aumentando la digestibilidad total. La restricción de la dieta posiblemente pueda estar aumentando el porcentaje de digestibilidad, llevando a proporcionar iguales cantidades de energía metabolizable para ganancia en los dos tratamientos.

Cuando se comparó el peso final entre los tratamientos *ad libitum* y restringidos no se presentaron diferencias significativas ($P=0.2121$). Esta respuesta es consistente con la ausencia de diferencias en la tasa de ganancia de peso y dado un mismo tiempo de permanencia en el corral.

Por último, la altura de anca final no fue afectada significativamente por los tratamientos ($P=0.6125$). Pastorini et al. (2011) reportan que novillos terminados a pastoreo presentaron mayor altura de anca que animales alimentados con concentrados. Esto se debe a que los animales terminados a pasto presentaron mayor edad a faena que los animales a corral, como en este caso los tratamientos llegaron con edades similares a faena no hubo diferencia.

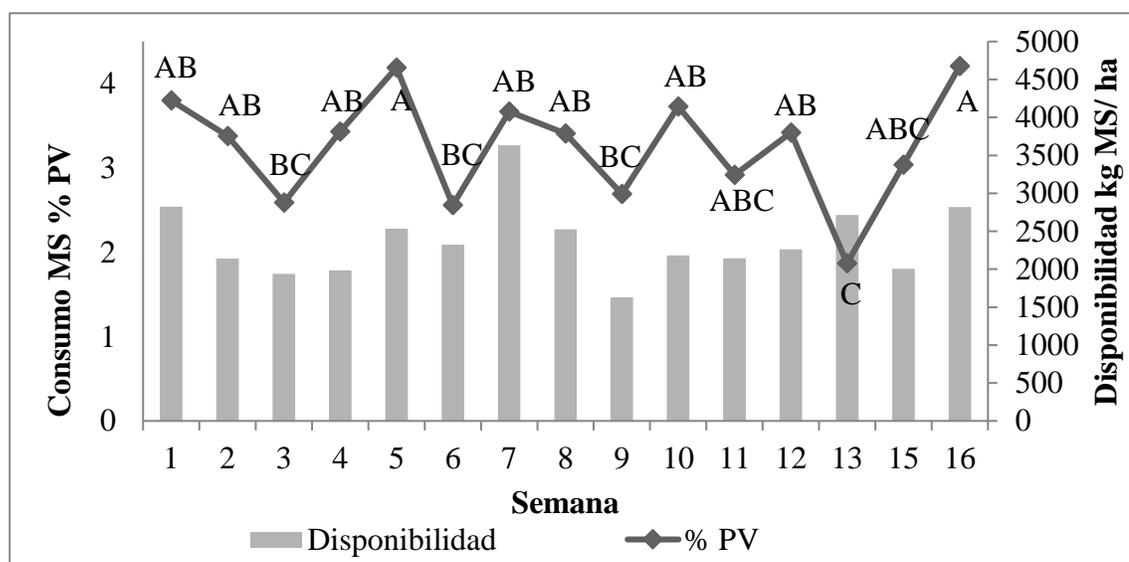
4.4.2. Consumo

Se puede decir que al menos uno de los tres tratamientos presentó diferencia significativa en consumo materia seca, tanto expresado en base por animal (kg MS/a/día) ($P=0.0104$) como en base diaria / 100 kg de peso vivo (% PV) ($P=0.0011$).

Cuando se contrastó pasto vs. corral no se encontraron diferencias en consumo expresado en kg MS/a/día (13,21 vs. 12,67; $P= 0.2168$) y tampoco en kg MS dig./a/día (9.3 vs. 9.32; $P=0.9224$), por lo tanto, se puede inferir que la digestibilidad del verdeo y de la RTM fueron similares (cuadro 8). Pero si se compara el CMS en % PV sí hubieron diferencias (3,26 vs. 2,9; $P=0.0011$).

Por otro lado, los valores promedio de consumo en corral son similares a los reportados por Simeone et al. (2018), quienes encontraron consumos en el orden de 11.6 ± 0.99 kg MS y 2.5 ± 0.25 % PV en novillos con edades entre 1 y 2 años.

Pasando a analizar la variación a lo largo del experimento, se observó un efecto significativo de las semanas del experimento sobre el consumo de los animales en pastoreo, expresado tanto en kg MS/a/día ($P < 0.0001$) y como en porcentaje del PV ($P < 0.0001$). Estas variaciones podrían estar explicadas en cierto modo con los cambios de disponibilidad de forraje al ingreso de la parcela. Esto se puede apreciar en la figura 5 donde se presenta la evolución del consumo de los animales en pastoreo.



A, B, C, D, E, F dentro del tratamientos difieren estadísticamente ($P < 0.10$).

Figura 5. Efecto del tratamiento a pasto sobre la evolución del consumo de materia seca a lo largo del experimento, expresado en porcentaje del peso vivo

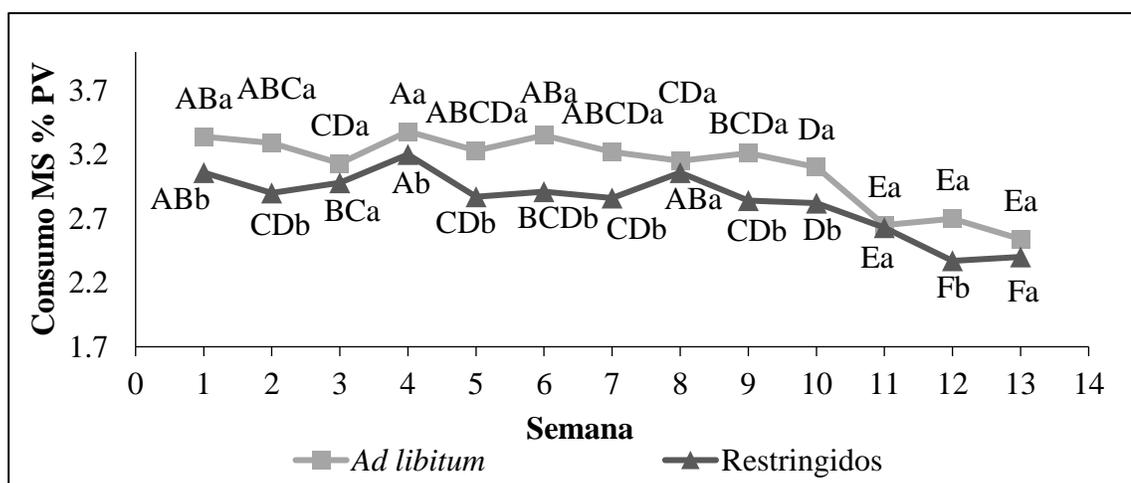
Como se observa en la figura 5 el consumo no presentó grandes variaciones a lo largo del experimento ya que en la mayoría de las semanas no difieren estadísticamente, pero sí difieren alguna semana puntual una de otra, ejemplo las semanas 5 y 16 de las semanas 3, 6, 9 y 13. Descartando la semana 13, en las demás el consumo parece acompañar los cambios de la cantidad de forraje, siendo esto explicado por mayor o menor facilidad con que el animal pueda cosechar, lo que lleva a cambios en el peso del bocado, causando variaciones en el consumo y calidad del mismo (Jameson y Hodgson 1979, Montossi et al. 1996).

En cuanto a los tratamientos a corral, animales con suministro *ad libitum* y restringido presentaron diferencias significativas en el consumo, esto era de esperarse debido a que éste fue el criterio de diferenciación entre tratamientos dentro del corral.

Expresado como kg MS/a/día la diferencia fue de 15,3 % ($P=0.0045$) y como porcentaje del PV 10% ($P=0.0095$) a favor de *ad libitum*, por lo tanto, se logró cumplir el objetivo de restringir un 10 % del PV (cuadro 8).

El consumo tanto en kg MS/a/día como en porcentaje del PV se vio afectado por el tratamiento ($P=0.0079$) ($P=0.0029$), semana experimental ($P<0.0001$) ($P<0.0001$), tratamiento*semana ($P<0.0001$) ($P<0.0001$), días dentro de la semana ($P=0.001$) ($P=0.0036$) y tratamiento*día dentro de la semana ($P=0.0051$) ($P=0.0099$) respectivamente.

Para evaluar la evolución de consumo a lo largo del experimento se presenta la figura 6, donde se expresa en porcentaje del PV para contemplar la variación del peso de los animales de cada tratamiento. Desde la primera semana hasta la 10 el consumo se mantuvo sin grandes variaciones que puedan causar diferencias significativas entre semanas en los tratamientos; a partir de la semana 11 los consumos disminuyeron significativamente con respecto a las semanas anteriores. Esto es explicado principalmente por el aumento del peso vivo, ya que los consumos si se expresan en kg MS/a/día en las semanas 1, 2, 3 no difieren estadísticamente de las semanas 11, 12, 13 pero si es analizado como porcentaje del PV sí difieren, esto sucede tanto en *ad libitum* como en restringido.

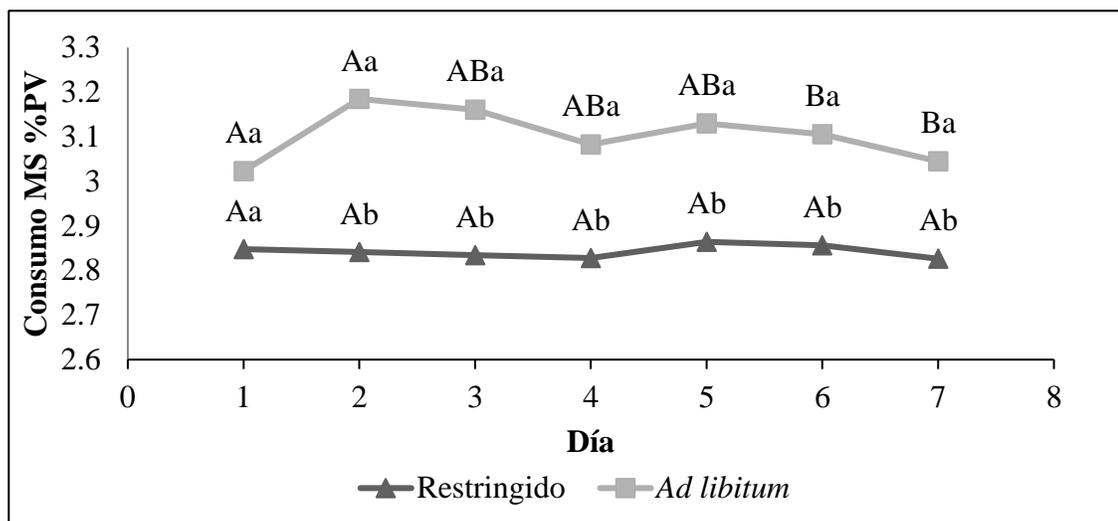


A, B, C, D, E, F dentro del tratamientos difieren estadísticamente ($P<0.10$), a, b entre tratamientos difieren estadísticamente ($P<0.10$).

Figura 6. Efecto de los tratamientos en corral sobre la evolución del consumo de materia seca a lo largo del experimento, expresado en porcentaje del peso vivo

En la figura 6 también se pueden ver las diferencias que existieron entre los tratamientos, en la mayoría de las semanas éstas difirieron de manera significativa como se pretendía, pero en los casos de las semanas 3, 8, 11, 13 esto no fue así por motivos que no se pudieron confirmar de forma científica.

En la figura 7 se observa la variabilidad en el consumo promedio de cada día dentro de la semana, ya sea comparando entre los tratamientos o entre días dentro de cada tratamiento.



A, B dentro del tratamiento difieren estadísticamente ($P < 0.10$), a, b entre tratamientos difieren estadísticamente ($P < 0.10$).

Figura 7. Efecto de los tratamientos en corral sobre la evolución del consumo de materia seca en días dentro de la semana, expresado en porcentaje del peso vivo

Si se observa cada tratamiento dentro de la semana se puede ver que para los novillos *ad libitum* no todos los días presentó igual consumo pues hay días que difieren estadísticamente (ejemplo: día 2=A y 7=B), pero en el caso de los restringidos no se presentaron diferencias estadísticamente significativas dentro de la semana. Las variaciones entre días se asocian a índices de acidosis subclínica cuando se suministran dietas acidógenicas (Bevans et al., 2005). Soto-Navarro et al. (2000) quienes realizaron un experimento para evaluar la fluctuación del 10% del consumo entre días con una dieta 90% concentrado, éstos hallaron que esto provocó una caída en el pH ruminal. Si bien, el consumo dentro de la semana en *ad libitum* presentó variaciones, ésta fue en el orden del 5,9%, estas fluctuaciones posiblemente no lograron afectar la performance animal o eficiencia de conversión, debido a que estos valores se encontraron dentro de los rangos normales. Es probable que las características de la dieta como, FDN efectiva entorno a 37,9% la cual está muy por encima del valor mínimo recomendado (15%) según Mertens (2002) para mantener un buen funcionamiento ruminal, y un menor nivel de concentrado (75%) y que además este sea de menor degradabilidad ruminal, hayan disminuído dichos efectos de la variación.

Cuando se compara entre tratamientos, el día 1 de la semana no presentó diferencias estadísticamente significativas en consumo, en el resto de los días sí, como

era de esperarse. Esto puede ser explicado por un tema de manejo de los animales, debido a que cada primer día de cada dos semanas correspondía al día que se realizaba el pesaje de los animales. Por lo tanto, este menor consumo por parte de los *ad libitum* puede ser explicado por menor tiempo para el consumo en el día.

En la figura 8 se presenta el patrón de consumo diurno de los tratamientos a corral. El consumo de MS por hora promedio a lo largo del día entre los tratamientos *ad libitum* y restringido no difirieron de forma significativa (11,2 % vs. 11,1 %; $P=0.7698$, respectivamente). El patrón de consumo fue afectado por el tratamiento ($P<0.0001$). No hubo interacción tratamiento*semana ($P=0.9050$). Si bien hubo efecto tratamiento*hora y tratamiento*semana*hora ($P<0.0001$, $P<0.0001$, respectivamente), este último se debe a cambios de magnitud del consumo entre semanas y no cambios en el patrón en sí.

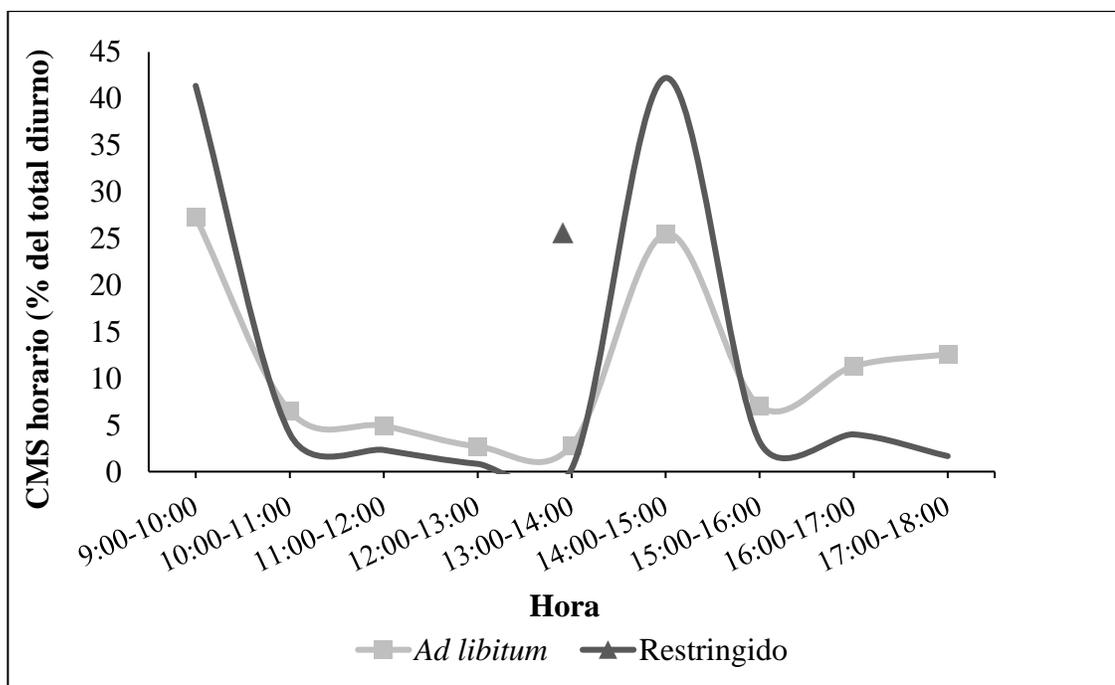


Figura 8. Efecto de los tratamientos en corral sobre el consumo de materia seca durante las horas de luz, expresado en porcentaje por hora en relación del consumo total diurno

En los dos tratamientos se observó un primer pico de consumo luego que se suministraba la primera comida del día, siendo mayor en el caso de los animales restringidos (41,3% vs. 27,4%, $P<0.1$), que se redujo drásticamente una hora después manteniéndose similares entre tratamientos hasta la segunda comida. Cuando se suministró la segunda comida nuevamente se elevaron los consumos en los dos tratamientos y otra vez fueron mayores por parte de los animales que estaban restringidos (42,2% vs. 25,54%, $P<0.1$). Sin embargo, en las últimas dos horas diurnas y durante la noche los animales *ad libitum* presentaron mayor consumo, pero sin picos

abruptos como se observa en los restringidos. Según González et al. (2012) el comportamiento de consumo es sensible al manejo de la alimentación, esto puede estar ayudando o interrumpiendo el equilibrio ácido-base en el rumen. Las prácticas que reducen el tamaño de cada comida y la tasa de consumo, aumentan la frecuencia de consumo o presentan una ingesta más uniforme durante el día, mejoran el balance ácido-base reduciendo el riesgo de acidosis. Erickson et al. (2003) quienes trabajaron con novillos alimentados con una dieta con 88,6% de concentrado suministrada de forma *ad libitum* y a comedero limpio, reportan que en este último consumían mayor cantidad por comida, a una mayor velocidad. Esto se asoció a un mayor descenso del pH luego de la ingesta y a mayor variación del mismo. Coincidiendo este comportamiento con los animales del tratamiento restringido en el presente trabajo.

Por lo tanto, el patrón de consumo del tratamiento *ad libitum* estaría contribuyendo positivamente a una reducción del riesgo de acidosis, debido a que redujo las cantidades ingeridas por hora y están más distribuidas a lo largo del día. Sin embargo, en todo el experimento no se constató cuadros de acidosis clínica en ninguno de los tratamientos, lo que pudo estar atenuado por las características de la dieta que fue mencionado anteriormente.

4.4.3. Eficiencia de conversión

La eficiencia de conversión fue afectada de manera significativa por el tratamiento ($P=0.0005$, cuadro 8). Cuando se comparan las medias de los tratamientos pasto vs. corral éstas no difieren estadísticamente ($P=1.0$). Se debe a que ni las ganancias de peso, ni los consumos de materia seca difirieron entre tratamiento. La eficiencia de conversión de la materia seca digestible tampoco presentó diferencia ($P=0.9826$).

El no encontrar diferencias entre pasto y corral puede estar explicado por no existir grandes diferencias en los parámetros evaluados de la calidad de las dietas (cuadro 5). Si bien no se evaluó el contenido de carbohidratos solubles del forraje, se puede suponer que el aporte de éste fue muy alto y que además esto mejoró la relación CHOs: PB lo que llevó a obtener una excelente EC a pasto, siendo comparable con dietas que contienen alta cantidad de almidón. Baeck (2000) explica que a mayor contenido de CHOs soluble genera mayor eficiencia de fermentación ruminal, produciendo mayor cantidad de ácidos grasos volátiles y mejora la relación acético: propiónico (mayor propiónico) aumentando la deposición de tejidos.

La eficiencia de conversión de los animales a pastoreo coincide con lo reportado por Contatore et al. (2007) quienes trabajaron con novillos pastoreando raigrás a 5% de AF y obtuvieron valores de 8,6:1 de EC del pasto producto de altas ganancias de peso. En este caso los valores de composición química fueron muy similares a los del presente trabajo, destacando valores bajos de PC con relación a la citada en la bibliografía general para este tipo de verdeos. Sin embargo, Damonte et al. (2004) trabajando con AF de 5% obtuvieron 12:1 de EC. Estas menores EC fueron explicadas, por un lado, el menor porcentaje de MS del forraje, lo que llevó a tener menor consumo

y por otro lado la menor calidad de la pastura, menor digestibilidad, éstos contribuyeron a reducciones de la ganancia. En fin, la EC de los animales alimentados a pasto en el presente trabajo puede estar explicada por un alto consumo de forraje, el cual no fue limitado por el contenido de humedad. Por otro lado, se explica claramente con las condiciones de la pastura en cuanto a disponibilidad, altura y calidad. El verdeo al haberse pastoreado en estado vegetativo cuya fibra además de ser altamente digestible probablemente haya presentado una elevada tasa de fermentación, reduciéndose el tiempo de retención en el rumen y favoreciendo el consumo.

En cuanto al corral, el valor promedio obtenido coincide con lo reportado por Simeone et al. (2018) de $9,1 \pm 1,34$ kg/día y dentro del rango de 6 a 9 kg/kg para ésta categoría (Pordomingo, 2013).

En los tratamientos a corral, el suministro restringido mejoró la eficiencia de conversión en un 21,3% con relación a la oferta *ad libitum* ($P=0.0001$). Esta mejora es producto de la obtención de iguales ganancias de peso cuando se vió reducido el consumo en un 10%. Esto estaría en concordancia con lo encontrado en el siguiente trabajo, Murphy y Loerch (1994) quienes reportan mejoras del 4,2 y 12,6% con restricciones del 10 y 20% en el período de finalización. Estos autores señalan que si bien hubo una reducción de las ganancias de peso, éstas no fueron proporcionalmente menores que la disminución del consumo, por lo tanto, se tradujo a una mejora en la EC.

Steen et al. (2003) reportaron un aumento de la eficiencia en un 10,4% al restringir un 15%, explicado por haberse obtenido similares ganancias. Sainz, citado por Okine et al. (2004), basado en el análisis de varios trabajos de investigadores americanos, indica que restringir el consumo en un 10% del consumo *ad libitum* produce una mejora en 7,3% en la EC, sin comprometer las ganancias diarias.

Por otro lado, Mathison y Engstrom (1995) declararon que las dietas en base a granos tipo maíz-sorgo presentan un aumento en la digestibilidad al reducirse la ingesta, sin embargo, cuando se trata de granos tipo cebada-trigo puede haber poco o ningún aumento de la digestibilidad. Esto estaría indicando que el manejo restringido no provoca un aumento de la digestibilidad de la dieta cuando se utiliza grano tipo cebada-trigo y en consecuencia produce baja o nula respuesta en la EC. Por lo tanto, esto podría estar explicando la menor respuesta en eficiencia de conversión en los diferentes trabajos citados en relación al presente. Generalmente en ellos utilizaron como principal fuente de energía trigo, cebada, maíz sin cáscara, maíz molido y steam flakes de diferentes granos que de por sí presentan alta digestibilidad total en relación al grano de sorgo quebrado o molido que se utilizó en el presente trabajo.

4.5. CALIDAD DE CANAL Y CARNE

4.5.1. Calidad de canal

En el cuadro 9 se presentan las medias ajustadas por tratamiento para variables peso faena, peso canal, rendimiento carcasa, área ojo bife y espesor grasa subcutánea. Se puede apreciar que no se encontraron diferencias significativas entre los tres tratamientos, en peso de faena ($P=0.2798$), peso de canal ($P=0.2936$), rendimiento ($P=0.4838$), AOB ($P=0.5720$) y EGS ($P=0.5576$). Según Elizalde (1999), si entre los sistemas de alimentación se logran obtener similares tasas de ganancias hasta faena, no se esperarían diferencias en las variables mencionadas.

Los resultados entre pasto vs. corral coinciden con los obtenidos por Pordomingo et al. (s.f.), Steen et al. (2003) quienes evaluaron características de la canal y no encontraron diferencias en EGS y AOB. Éstos mantuvieron similares condiciones entre los tratamientos, en el primer caso 300 kg PV a faena y 1,0 kg/día de ganancia de peso; en el segundo caso 600 kg PV a faena y 1,15 kg/día de ganancia de peso. En cambio, en el experimento de Gil y Huertas (2001) faenaron con similar peso 450 kg PV, pero con ganancias de peso diferentes, 0,75 kg/día los animales a pasto y 1,52 kg/día a corral, esto determinó un aumento en los valores de EGS y AOB a favor de los animales terminados a concentrado. De manera similar sucedió en el trabajo de Brito et al. (2007) quienes evaluaron la conformación y el grado de terminación. Los tratamientos se faenaron con igual peso 500 kg PV y también con diferencias en las ganancias de peso, el tratamiento a pasto presentó una ganancia de 0,51 kg/día y a corral 1,56 kg/día, esta mayor tasa de ganancia provocó una mejora en la conformación y terminación de la canal.

La ausencia de diferencias en características como peso de canal, EGS y AOB debidas a la restricción del alimento en el corral de engorde (*ad libitum* vs. restringido) coincide con algunos datos presentados por Steen et al. (2003), sin embargo, éstos autores observaron un menor valor de AOB en restringido cuando comparan entre *ad libitum* y restringidos al 85% con iguales ganancias de peso. Los resultados no coinciden con Murphy y Loerch (1994) quienes observaron una reducción del peso canal caliente, EGS, pero explicado por un menor peso a faena y tasa de ganancia, tanto cuando fueron restringido al 10% como al 20%.

Cuadro 9. Efecto del sistema de alimentación (pasto o a corral, dentro de éste último como *ad libitum* o restringido al 90%) sobre el peso de carcasa, rendimiento, área de ojo de bife y engrasamiento

	Pasto (P)	Corral (C)		EE	Contrastes	
		AD	RE		C vs. P	AD vs. RE
Peso faena, kg	471,2	468,3	455	7,07	ns	ns
Peso canal, kg	257,8	249,5	243	6,17	ns	ns
Rendimiento, %	54,6	53,25	53,4	0,84	ns	ns
AOB, cm ²	50,8	51,5	48,2	2,24	ns	ns
EGS, mm	10,54	11,17	9,83	0,84	ns	ns

+ (P<0.10), * (P<0.05), ** (P<0.01), ns (P>0.10), ad= *ad libitum*, re= restringido, ee= error estándar, c vs. p= corral vs. pasto, ad vs. re= *ad libitum* vs. restringido, aob= área de ojo de bife, egs= espesor de grasa subcutánea.

4.5.2. Calidad de carne

En el cuadro 10 se presentan las medias ajustadas por tratamiento para variables de calidad de carne.

Cuadro 10. Efecto de los sistemas de alimentación (pasto o a corral, dentro de éste último como *ad libitum* o restringido al 90%) sobre las características de la carne

	Pasto (P)	Corral (C)		EE	Contrastes	
		AD	RE		C vs. P	AD vs. RE
pH	5,59	5,74	5,7	0,12	ns	ns
Fuerza de corte, kg	4,13	3,03	2,73	0,26	**	ns
PPC, %	26,13	22,93	23,3	0,66	**	ns
Marbling	193,7	233,3	229,2	13,95	+	ns
Color de músculo						
L*	39,73	38,34	37,71	0,7	+	ns
a*	20,56	21,81	20,74	0,55	ns	ns
b*	7,7	8,06	6,98	0,39	ns	+
Color de grasa						
L*	62,35	64,37	60,43	1,15	ns	*
a*	12,28	9,09	9,67	0,34	**	ns
b*	23,67	15,93	16,24	0,33	**	ns

+ (P<0.10), * (P<0.05), ** (P<0.01), ns (P>0.10), ad= *ad libitum*, re= restringido, ee= error estándar, c vs. p= corral vs. pasto, ad vs. re= *ad libitum* vs. restringido, ppc= pérdidas por cocción, marbling 100= veteado extremadamente bajo; 600= veteado extremadamente alto, l*= luminosidad, a*= índice de rojo/verde, b*= índice de amarillo/azul.

Como se observa en el cuadro anterior el pH de la carne no fue afectado por los tratamientos, esto concuerda con datos de Pordomingo et al. (s.f.), Realini et al. (2004),

Beriau et al. (2007) para el caso de pasto vs. corral. Los valores de pH obtenidos en todos los tratamientos 24 horas post-faena fueron menores a 5,8. Según Purchas (1990) existe un efecto de mejora en la terneza y sin problemas de cortes oscuros. A su vez aumenta la vida útil del producto por menor deterioro microbiano (Priolo et al., 2001). Estos valores de pH evidencian buenos niveles de glucógeno muscular y correcto manejo pre-faena, que permitió un descenso adecuado.

En cuanto a la fuerza de corte se obtuvieron diferencias significativas cuando se compararon los tratamientos de corral vs. pasto ($P=0.0042$), obteniéndose una menor fuerza de corte para el tratamiento a corral. En cambio, Pordomingo et al. (s.f.), Mandell et al. (1998), Mc Intyre y Ryan, citados por Muir et al. (1998), Realini et al. (2004), Beriau et al. (2007) no encontraron diferencias. Cuando se comparan los animales alimentados *ad libitum* y restringidos no se obtuvieron diferencias significativas ($P=0.4425$). En general, puede decirse que cualquiera de los tratamientos produjo carne clasificada como tierna, debido a que es considerada como tierna cuando los valores están por debajo de 4,5 kg (Shackelford et al. 1995, Brito 2010).

El resultado de pérdidas por cocción fue mayor en pasto en comparación a corral ($P=0.0056$), en cambio no hubieron diferencias dentro de corral ($P=0.7001$). Los resultados obtenidos por Pordomingo et al. (s.f.) entre pasto y corral no presentaron diferencias. Las pérdidas por cocción, es decir la falta de jugosidad limitan la aceptabilidad de la carne (Depetris y Santini, 2005). Por ende, según estos resultados, la carne de los animales provenientes del tratamiento a corral posee mayor jugosidad, influyendo positivamente en sus aptitudes culinarias.

Los resultados obtenidos de marbling muestran tendencias a ser mayor en los animales a corral en relación a los a pasto ($P=0.0595$), una posible explicación es que se deba al tipo de dieta, la cual podría estar afectando la deposición de esta grasa. Según Park et al. (2018) la dieta en base a concentrado (alto contenido de almidón) aumenta la producción de ácido propiónico (menor relación acético: propiónico), además cierta proporción de almidón es digerido y absorbido en el intestino delgado lo que provoca el aumento de la deposición de grasa intramuscular. Esto se debe a que el propiónico, y el almidón digerido y absorbido en el intestino delgado son los principales precursores de glucosa, la cual aporta el 50-75% de las unidades de acetilo para la síntesis de grasa intramuscular, en cambio el acetato proporciona solamente un 10-25% para la síntesis de esta grasa.

Este aumento en el porcentaje de grasa intramuscular podría estar contribuyendo al aumento observado de la terneza y jugosidad de la carne proveniente de animales terminados a corral. Según Nuernberg et al. (2005) al aumentar la grasa intramuscular disminuye la resistencia al corte debido a que ésta es más blanda que el músculo y también estaría provocando la disminución de las pérdidas por cocción. En el trabajo de Pordomingo et al. (s.f.) no se encontraron diferencias en la proporción de grasa intramuscular entre animales terminados a corral o a pasto, esto posiblemente contribuye a que tampoco se encontraron diferencias en fuerza de corte y pérdidas por

cocción. La restricción del consumo respecto a *ad libitum* no afectó la presencia de marbling ($P=0.838$), la terneza ni las pérdidas por cocción.

En cuanto a la luminosidad del músculo (L^*) si bien no se encontraron diferencias significativas debidas al tratamiento ($P=0.1744$); los datos entre pasto y corral coinciden con los de Beriau et al. (2007), Brito et al. (2007) quienes tampoco encontraron diferencias significativas. Difiriendo con Vestergaard et al. (2000), Priolo et al. (2001), Realini et al. (2004), Duckett et al. (2007) quienes obtuvieron carne más oscura (menor L^*) en animales a pasto, explicado por menor grasa intramuscular y mayor pH final. Considerando esto, y al no registrar diferencias en pH y al existir sólo tendencia en el marbling posiblemente esto no fue suficiente para causar un efecto significativo en luminosidad entre tratamientos.

Relativo al color del músculo en índice a^* (rojo) no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos ($P=0.2742$). Esto coincide con los resultados de Hodgson et al. (1992) quienes explican que este parámetro está afectado por la edad del animal debido a que la pigmentación aumenta a mayor edad y si se considera esto, el resultado fue lógico, ya que todos los animales presentaban edades similares. Sin embargo, Duckett et al. (2007) reportan que los similares valores de a^* puede ser explicado por no existir diferencias de pH entre los tratamientos, lo cual implica que el color de la carne post-mortem sean iguales.

Posiblemente los similares valores de pH y niveles de grasa intramuscular (marbling) explican que no existan diferencias significativas entre los tratamientos para índice b^* (amarillo, $P=0.1992$), pero si existió una tendencia cuando se comparan los tratamientos a corral *ad libitum* vs. restringido.

En cuanto al índice de luminosidad de la grasa subcutánea no presentó diferencias entre pasto y corral ($P=0.9712$), pero sí se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos *ad libitum* vs. restringido ($P=0.0416$), siendo éste mayor en *ad libitum*.

A lo que refiere al color de grasa, se observan diferencias significativas para el índice de a^* ($P=0.0004$) y b^* ($P<0.0001$). Estas diferencias se dan entre los tratamientos corral vs. pasto en a^* ($P=0.0001$) y b^* ($P<0.0001$) y en el caso de los tratamientos *ad libitum* vs. restringido no hubo diferencias en a^* ($P=0.2606$), ni en b^* ($P=0.5233$).

En síntesis, se puede decir que los principales cambios en los parámetros de color fueron al comparar los índices a^* y b^* de la grasa entre pasto y corral. Los mayores valores de a^* y b^* de la grasa en animales alimentados en base a pasturas, coinciden con lo reportado en la bibliografía, que según explican, esto se debe a que los forrajes presentan altas concentraciones de carotenoides que son depositados en el tejido adiposo. La problemática es que existe un nivel de penalización para el color de la grasa y este valor es b^* mayor a 18 (Franco, 2010), en este estudio el sistema pastoril estaría superando este valor límite (cuadro 10).

4.6. DISCUSIÓN GENERAL

Se logró el objetivo que con dos sistemas de terminación de novillos a pasto y a corral, llegar a faena con similares tasas de ganancias y peso final, basado en pasturas de alta calidad manejada a altas asignaciones de forraje (7,5 % PV), alta disponibilidad y altura que aseguraron un elevado consumo de materia seca.

En consecuencia de lo anterior, el sistema de engorde no afectó de manera significativa los parámetros que describieron la calidad de la canal como rendimiento de la carcasa, EGS, AOB. Lo que concuerda con lo expresado por O'Ferrall et al. (1990), Elizalde (1999) quienes afirman que éstos sistemas a iguales tasas de crecimiento y peso a faena pueden lograr similares carcasas. Sin embargo, se presentaron diferencias en algunas variables que describieron la calidad de la carne. El pH no difirió y se encontró dentro del rango adecuado para obtener buena terneza y color. Sí se presentaron diferencias en fuerza de corte y pérdidas por cocción, posiblemente atribuido a que existió una tendencia a ser mayor el marbling en los animales a corral. Igualmente, la terneza para los dos tratamientos estuvo por debajo de 4,5 kg lo que se clasificaría como carne tierna.

Los principales cambios de color fueron en a^* y b^* de la grasa, siendo mayor en los animales a pasto, según la bibliografía esto se correlaciona con el mayor contenido de beta-caroteno de las pasturas que imprime coloración amarillenta, si bien este sistema supera el valor máximo de 18 para b^* ; según Mora y Shimada (2000) esto no representa un cambio ni en el sabor, ni en el valor alimenticio del corte. Si bien en este trabajo no se realizó análisis del perfil de ácidos grasos parecería conveniente destacar la importancia de este en los animales alimentados a pasto. Según la extensa bibliografía, en este tipo de sistemas presentaría mejor perfil, aumentando la relación ácido graso polinsaturado: ácido graso saturado, reduciendo relación omega 6: omega 3 y además aportando mayor cantidad de CLA.

También en el corral se logró el objetivo de restringir de forma moderada en un 10% del consumo *ad libitum*, esto determinó una mejora en la EC sin deteriorar significativamente las ganancias de peso. La mejora de la EC fue de 21,3%, esto se atribuye a que la reducción de la ingesta diaria y el cambio en el patrón de consumo (aumentando el tiempo sin ingestión de alimento), esto pudo haber causado una disminución de la tasa de pasaje del alimento, aumentando el tiempo de retención en el rumen lo que posiblemente provocó un aumento en la digestibilidad de la dieta. Si bien este valor es superior a los registrados en otros trabajos, puede estar explicado por el tipo de grano utilizado como principal fuente de energía.

En fin, esto es de gran importancia económica en un feedlot, ya que una mejora en la EC provoca un impacto 3 a 4 veces mayor que aumentar las ganancias individuales; esto se debe a que el alimento equivale al 70% del costo total (Gibb y McAllister, 1999).

Por otro lado, si bien la restricción disminuye la fluctuación del consumo entre días, esto permitiría reducir el riesgo de acidosis; sin embargo este manejo provoca dentro del día una mayor ingesta por comida lo que según Erickson et al. (2003) produce descensos abruptos del pH ruminal y una mayor variación del mismo durante el día. Sin embargo, en el presente trabajo no se detectaron cuadros acidóticos, lo que puede estar explicado por altos valores de fibra efectiva, menor proporción de concentrado y que el almidón del sorgo es de menor degradabilidad ruminal en relación a los concentrados utilizados en otros trabajos. El manejo de la alimentación a corral no afectó de manera importante los parámetros que describen la calidad de la canal y carne, esto es de suma importancia ya que no se pierde calidad del producto en busca de la mejora en la EC.

5. CONCLUSIONES

En la etapa de terminación de novillos Hereford de 2 años de edad, el sistema de terminación no afectó la eficiencia de conversión del alimento cuando se ofrecen verdeos en alta cantidad y calidad. Logrando obtenerse carcasas con similares características de calidad, pero sí presentando algunos cambios en los parámetros de calidad de carne en desmedro del sistema a pasto.

La restricción moderada en el corral logró mejorar la eficiencia de conversión, detectándose cambios en el patrón de consumo, además de no deprimir la tasa de ganancia de peso. No se detectaron importantes variaciones en la calidad de la canal y la carne al aplicar este manejo.

6. RESUMEN

El presente trabajo se realizó en la Unidad de Producción Intensiva de Carne (UPIC), ubicada en la Estación Experimental “Mario A. Cassinoni” (EEMAC), localizada en el departamento de Paysandú (km. 363 de la ruta nacional 3). El período experimental estuvo comprendido entre el día 18 de junio y 7 de octubre del 2019. El objetivo fue evaluar el efecto del sistema de terminación (corral vs. pastura) y el efecto de la restricción de la oferta de alimento en el sistema de terminación a corral, sobre las características de la canal y calidad de carne, en animales manejados para similares ganancias de peso prefaena y peso de faena. Se utilizaron 48 novillos Hereford, nacidos en la primavera 2017; provenientes del rodeo experimental de la EEMAC. En el verano anterior, previo al inicio del experimento, los animales estuvieron pastoreando sorgo forrajero, la mitad de ellos suplementados con DDGS y la otra no, de forma que fueron bloqueados por manejo previo debido a su diferencia en peso vivo. El peso a inicio del período pre-experimental fue de $362 \pm 5,1$ kg vs. $310 \pm 3,7$ kg, respectivamente. Los animales en cada bloque fueron sorteados a dos grupos y éstos a uno de los sistemas de terminación (tratamientos) pastoreo (STP, asignación de forraje 7,5 kg MS/ 100 kg PV) o corral (STC, dieta 25 % voluminoso/ 75% concentrado), quedando cada uno compuesto por 4 repeticiones y cada unidad experimental por 6 animales (n=4, 6 novillos/ UE). Dentro del sistema de alimentación a corral éstos fueron luego sorteados a dos formas de manejo de la oferta de alimento, *ad libitum* (STC-AL) o restringida (STC-RE, 90% de la oferta *ad libitum*) quedando cada uno compuesto por 4 repeticiones y cada unidad experimental por 3 animales (n=4, 3 novillos/ UE). Cuando se comparó la performance animal entre STP y STC, no se encontraron diferencias en ganancias de peso (1,46 vs. 1,44 kg/día; P=0.7636) pero sí fueron afectadas por peso vivo inicial (P=0.0002), sin embargo no se encontraron diferencias en el consumo expresado como kg MS/animal/día (13,2 vs. 12,6; P= 0.2168) lo que llevó a obtener similares eficiencias de conversión (9,0 vs. 9,0 kg/kg; P=1.0). En los parámetros de calidad de la canal estos tratamientos no presentaron diferencias significativas, en peso de faena (471 vs. 461 kg PV; P=0.3008), peso de canal (P=0.1661), rendimiento carcasa (P=0.2439), AOB del *L. dorsi* (P=0.7415) y EGS (P=0.9681). En calidad de la carne hubo diferencia en fuerza de corte (P=0.0042), pérdidas por cocción (P=0.0056), parámetros del color de la grasa a* (P=0.0001) y b* (P<0.0001), obteniéndose carne más tierna, más jugosa y con grasa más blanca en los animales del tratamiento STC. No se encontraron diferencias en los parámetros a* (P=0.3156) y b* (P=0.7441) de la carne, L* (P=0.9712) de la grasa y pH (P=0.4005); y hubo sólo tendencia a obtener carne más oscura (<L*; P=0.0814) y con mayor grasa intramuscular (> marbling; P=0.0595) en el tratamiento STC. Pasando a comparar la performance entre los tratamientos a corral (STC-AL y STC-RE), la ganancia de peso no fue afectada por el tratamiento (1,39 vs. 1,49 kg/día; P=0.3810) y el consumo expresado en kg MS/animal/día difirió habiéndose obtenido menor consumo por parte del tratamiento STC-RE como se pretendía (13,6 vs. 11,7; P=0.0045), esto determinó una mejora del 21.3% en la eficiencia de conversión en el STC-RE (9,6 vs.

7,8 kg/kg; $P=0.0001$). Esta mejora puede estar explicada por el aumento de la digestibilidad de la dieta, debido a una menor ingesta y al cambio en el patrón de consumo diurno el cual fue afectado por el tratamiento ($P<0.0001$), tratamiento*hora ($P<0.0001$), pero no hubo efecto tratamiento*semana ($P=0.9050$). En cuanto a la calidad de la canal obtenida entre STC-AL y STC-RE, no se observaron diferencias significativas en peso de faena (468 vs. 455 kg PV; $P=0.2193$), peso de canal ($P=0.4808$), rendimiento carcasa ($P=0.9218$), AOB ($P=0.3286$) y EGS ($P=0.2947$). A lo que respecta a la calidad de la carne no se detectó diferencias en pH ($P=0.8509$), fuerza de corte ($P=0.4425$), pérdida por cocción ($P=0.7001$), marbling ($P=0.8380$), parámetros L* ($P=0.5403$) y a* ($P=0.2044$) del color de la carne, y parámetros a* ($P=0.2606$) y b* ($P=0.5233$) del color de la grasa; pero si se obtuvo mayor luminosidad de la grasa ($P=0.0416$) y tendencia a mayor valor del parámetro b* del color de la carne ($P=0.085$) en el STC-AL. En cualquiera de los sistemas de terminación, ya sea a pasto o a corral, es posible obtener similar eficiencia de conversión y calidad de canal, pero con algunos cambios en calidad de la carne. En el sistema pastoril, se obtuvo carne más dura, menos jugosa y con grasa amarillenta; con tendencia a ser más clara y con menor marbling cuando se mantiene similar ganancia de peso prefaena y peso vivo a faena. El manejo restringido a corral, posibilita mejorar la eficiencia de conversión sin disminuir las ganancias de peso y obtener similar calidad tanto de carcasa como de carne, en relación a los animales alimentados de forma *ad libitum*.

Palabras clave: Alimentación; Pasto; Corral; Novillos; Performance animal; Calidad de canal; Calidad de carne; *ad libitum*; Restringido; Eficiencia de conversión.

7. SUMMARY

The present work was carried out at the Intensive Meat Production Unit (IMPU), located at the “Mario A. Cassinoni” Experimental Station (EEMAC), in Paysandú (km 363 of national route 3) between June 18th. and October 7th., 2019. The objective was to evaluate the effect of the finishing system (corral vs. pasture) and the effect of restricting the supply of feed in the corral finishing system on the characteristics of the carcass and meat quality in animals managed for similar gains in pre-weighing and slaughter weight. We used 48 Hereford steers, born in spring 2017, from the MACES experimental roundup. In the previous summer, before the beginning of the experiment, the animals were grazing fodder sorghum, half of them supplemented with DDGS and the other half not, so they were blocked by previous management due to their difference in live weight. The weight at the beginning of the pre-experimental period was $362 \pm 5,1$ kg vs. $310 \pm 3,7$ kg, respectively. The animals in each block were drawn to two groups and these to one of the termination systems (treatments), grazing (PFS, forage allocation 7.5 kg MS/ 100 kg LW) or pen (CFS, diet 25% voluminous/ 75% concentrate), being each one composed by 4 repetitions and each experimental unit by 6 animals (n=4, 6 steers/ EU). Within the feeding system, these animals were then drawn into two forms of feed management, *ad libitum* (CFS-AL) or restricted (CFS-RE, 90% of the *ad libitum* supply), each one being composed of 4 replicates and each experimental unit of 3 animals (n=4, 3 steers/ EU). No difference in weight gain was found between PFS and CFS (1,46 vs. 1,44 kg/day, respectively; P=0.7636). There were also no differences in daily dry matter (DM) consumption between PFS and CFS (13,2 vs. 12,6 kg respectively; P= 0.2168), which led to similar conversion efficiency between both treatments (9,0 vs. 9,0 kg/kg; P=1.0). The variables describing carcass quality did not present significant differences between treatments, in slaughter weight (471 vs. 461 kg LW; P=0.3008), carcass weight (P=0.1661), carcass yield (P=0.2439), *L. dorsi* area (LDM; P=0.7415) and subcutaneous fat thickness (SGR; P=0.9681). In meat quality there was a difference in cutting force (P=0.0042), cooking losses (P=0.0056), fat color parameters a* (P=0.0001) and b* (P<0.0001), obtaining more tender, juicy and white fat meat in the CFS treated animals. No differences were found in the parameters a* (P=0.3156) and b* (P=0.7441) of the meat, L* (P=0.9712) of the fat and pH (P=0.4005), and there was only a tendency to obtain darker meat (<L*; P=0.0814) and with more intramuscular fat (> marbling P=0.0595) in the CFS treatment. At CFS level, feed supply restriction reduced consumption by CFS-RE treatment in relation to CFS-AL (13.6 vs. 11.7; P=0.0045) but did not affect weight gain (1,39 vs. 1,49 kg/day; P=0.3810), which determined a 21.3% improvement in conversion efficiency in CFS-RE (9,6 vs. 7,8 kg/kg; P=0.0001). This improvement could be explained by the increased digestibility of the diet, due to a lower intake and the change in the dietary consumption pattern which was affected by the treatment (P<0.0001), treatment*hour (P<0.0001), but there was no effect treatment*week (P=0.9050). No differences were detected in variables associated with the quality of the channel mentioned above. Regarding the

quality of the meat, there was a greater luminosity of the fat ($P=0.0416$) and a tendency to a greater value of the parameter b^* of the color of the meat ($P=0.085$) in CFS-AL, and no differences were found in the other parameters' indicative of the quality of the meat mentioned above. Between the pasture and corral finishing systems it is possible to obtain similar conversion efficiency and carcass quality, but with some changes in meat quality such as: meat with a tendency to be lighter and with less marbling; harder, less juicy and fat with a more yellowish tone in the pasture system when similar gain of pre-slaughter weight and live weight to slaughter is maintained. On the other hand, restricted management in the corral makes it possible to improve conversion efficiency without reducing weight gain and to obtain similar carcass and meat quality as animals fed *ad libitum*.

Keywords: Feeding; Pasture; Corral; Steers; Animal performance; Carcass quality; Quality of meat; *ad libitum*; Restricted; Conversion efficiency.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. Aaslyng, M. D. 2009. Trends in meat consumption and the need for fresh meat and meat products of improved quality. (en línea). In: Kerry, J. P.; Ledward, D. eds. Improving the sensory and nutritional quality of fresh meat. London, Woodhead. pp. 3-18. Consultado 2 feb. 2020. Disponible en <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20093037369>
2. Agustoni, F.; Bussi, C.; Shimabukuro, M. 2008. Efectos de la asignación de forraje sobre la productividad de una pastura de segundo año. (en línea). Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 119 p. Consultado 28 abr. 2020. Disponible en <http://biblioteca.fagro.edu.uy/iah/textostesis/2008/3500agu.pdf>
3. Aldai, N.; Murray, B. E.; Oliván, M.; Martínez, A.; Troy, D. J.; Osoro, K.; Nájera, A. I. 2006. The influence of breed and mh-genotype on carcass conformation, meat physico-chemical characteristics, and the fatty acid profile of muscle from yearling bulls. *Meat Science*. 72:486-495.
4. Andersen, H. J.; Oksbjerg, N.; Young, J. F.; Therkildsen, M. 2005. Feeding and meat quality – a future approach. (en línea). *Meat Science*. 70 (3):543-554. Consultado 25 ene. 2020. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0309174005000392>
5. AOAC International (Association of Official Agricultural Chemists, US). 2012. Official methods of analysis. 19th. Gaithersburg, USA. pp. 1-8.
6. Archile-Contreras, A. C.; Mandell, I. B.; Purslow, P. P. 2010. Disparity of dietary effects on collagen characteristics and toughness between two beef muscles. (en línea). *Meat Science*. 86 (10):491-497. Consultado 7 feb. 2020. Disponible en <https://academic.oup.com/jas/articleabstract/76/10/2619/4625113>
7. Baeck, J. M. 2000. Ganancia de peso otoñal: ¿un problema de la pampa húmeda solamente? (en línea). *Oeste Ganadero*. 2 (7):2-11. Consultado 20 feb. 2020. Disponible en http://www.produccionanimal.com.ar/informacion_tecnica/invernada_o_engorde_pastoril_o_a_campo/31-ganancias_de_peso_otonales.pdf
8. Barra, F. 2005. Manejo de la alimentación de animales a corral. (en línea). *Acaecer*. 30 (346):26-32. Consultado 29 feb. 2020. Disponible en http://www.produccionanimal.com.ar/informacion_tecnica/invernada_o_engorde_a_corral_o_feedlot/01-manejo_alimentacion_a_corral.pdf

9. Bartaburu, V.; Cooper, P.; Lanfranconi, M.; Olivera, L. 2003. Efecto de la suplementación con grano de maíz entero o molido y de la asignación de forraje sobre la performance de novillos Hereford pastoreando pasturas de calidad en el período otoño-invernal. (en línea). Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 118 p. Consultado 11 abr. 2020. Disponible en <http://biblioteca.fagro.edu.uy/iah/textostesis/2003/3119bar0.pdf>
10. Bavera, G. 2005. Calidad de la carne. (en línea). *In*: Curso de Producción Bovina de Carne (3º., 2005, Río Cuarto, Córdoba, Argentina). Carne y subproductos bovinos. Río Cuarto, Universidad Nacional de Río Cuarto. Facultad de Agronomía y Veterinaria. pp. 1-4. Consultado 2 abr. 2020. Disponible en http://www.produccionanimal.com.ar/informacion_tecnica/carne_y_subproductos/03-calidad_de_la_carne.pdf
11. Beltrán, J. A.; Roncalés, P. 2000. Determinación de la textura. *In*: Cañeque, V.; Sañudo, C. eds. Metodología para el estudio de la calidad de la canal y de la carne en rumiantes. Madrid, Ministerio de Ciencia y Tecnología/INIA. pp. 169-172.
12. Bénévent, M. 1971. Croissance relative pondérale posnatale. dans les deux sexes, des principaux tissus et organes de l'agneau Mérinos d'Arles. *Animal Biology. Animal. Biophysics.* 11(I):5-39.
13. Beretta, V.; Simeone, A. 2008. Producción de carne a pasto: asignación de forraje, respuesta animal y utilización de forraje. *In*: Jornada Anual de la UPIC (10ª., 2010, Paysandú). Una década de investigación para una ganadería más eficiente. Paysandú, Facultad de Agronomía. EEMAC. pp. 20-23.
14. _____.; _____.; Zabalveytia, N.; Burjel, M. V.; Maschio, F.; Stábile, F.; Soria, S.; Casanova, D. 2019. Efecto de diferentes estrategias de manejo del pastoreo de raigrás Bill Max sobre la performance de novillos Hereford. *In*: Jornada Anual de la UPIC (21ª., 2019, Paysandú). Un medio campo para ganar el partido de la rentabilidad. Paysandú, Facultad de Agronomía. EEMAC. pp. 80-87.
15. Berg, R. T.; Butterfield, R. M. 1976. *New Concepts of Cattle Growth.* Sydney, Sydney University. 234 p.

16. Beriain, M. J.; Goñi, M. V.; Indurain, G.; Sarriés, M. V.; Insausti, K. 2009. Predicting *Longissimus dorsi* myoglobin oxidation in aged beef based on early post mortem color measurements on the carcass as a color stability index. (en línea). Meat Science. 81 (3):439-445. Consultado 30 ene. 2020. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0309174008003161>
17. Beriau, M. E.; Iriarte, J. M.; Tucci, D. 2007. Evaluación de diferentes alternativas de terminación suplementación y engorde a corral sobre la performance animal y la calidad de la canal y carne de novillos Hereford. (en línea). Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 136 p. Consultado 1 feb. 2020. Disponible en <http://biblioteca.fagro.edu.uy/cgi-bin/wxis.exe/iah/>
18. Bertolotti, A.; Fazzio, S.; Trindade, M. 2002. Efecto de la suplementación energética y del horario de ingreso a una nueva franja de pastura sobre la performance de novillos Hereford. (en línea). Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 79 p. Consultado 15 abr. 2020. Disponible en <http://biblioteca.fagro.edu.uy/iah/textostesis/2006/3406ber.pdf>
19. Bevans, D. W.; Beauchemin, K. A.; Schwartzkopf-Genswein, K. S.; McKinnon, J. J.; McAllister, T. A. 2005. Effect of rapid or gradual grain adaptation on subacute acidosis and feed intake by feedlot cattle. (en línea). Journal of Animal Science. 83 (5):1116-1132. Consultado 19 jul. 2020. Disponible en <https://doi.org/10.2527/2005.8351116x>
20. Bianchi, G.; Gabribotto, G. 2004. Producción de carne ovina de calidad: de la teoría a la práctica: segunda parte. (en línea). Cangüé. no. 25:19-25. Consultado 6 abr. 2020. Disponible en http://www.eemac.edu.uy/cangue/joomdocs/Cangue_25/19-24.pdf
21. Bidegain, I.; García, F.; Maisonnave, F.; Trajtenberg, G. 2007. Potencial de uso de forraje conservado como fuente adicional de fibra para vacunos pastoreando verdeos de invierno: efecto sobre la tasa de ganancia, características de la canal y carne. (en línea). Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 184 p. Consultado 3 abr. 2020. Disponible en <http://biblioteca.fagro.edu.uy/iah/textostesis/2007/3418bid0.pdf>
22. Boccard, R.; Duplan, J. M. 1961. Étude de la production de la viande chez les ovins. III. Note sur l'influence de la vitesse de croissance sur la

composition corporelle des agneaux. *Annales De Zootechnie*. 10 (1):31-38.

23. Brayshaw, G. H.; Carpenter, E. M.; Phillips, R. A. 1965. Butchers and their customers. University Newcastle upon Tyne, Department Agriculture Marketing. Report no. 1. 46 p.
24. Briskey, E. J.; Wismer-Pedersen, J. 1961. Biochemistry of pork muscle structure. I. Rate of anaerobic glycolysis and temperature change versus the apparent structure of muscle tissue. (en línea). *Journal of Food Science*. 26 (3):297-305. Consultado 2 may. 2020. Disponible en <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1365-2621.1961.tb01658.x>
25. Brito, G. 2002. Factores que afectan el rendimiento y la calidad de canales. *In*: Montossi, F. ed. Investigación aplicada a la cadena agroindustrial cárnica. Avances obtenidos: carne ovina de calidad. Montevideo, INIA. pp. 51-57 (Serie Técnica no. 126).
26. _____.; del Campo, M.; Soares de Lima, J. M.; San Julián, R. 2007. Efectos de diversas dietas en características de la canal y de la calidad de la carne en novillos de Uruguay. (en línea). *In*: Montossi, F.; Sañudo, C. eds. Cooperación hispano-uruguaya. Diferenciación y valorización de la carne ovina y bovina del Uruguay en Europa: influencia de sistemas de producción sobre bienestar animal, atributos sensoriales, aceptabilidad y percepción de consumidores y salud humana. Montevideo, INIA. pp. 43-49 (Serie Técnica no. 168). Consultado 10 feb. 2020. Disponible en <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/6388/1/11788120508085447.pdf#page=86>
27. _____. 2010. La terneza de la carne: ¿importa comercialmente? (en línea). *Revista INIA*. no. 23:8-11. Consultado 5 feb. 2020. Disponible en <http://www.inia.uy/Publicaciones/documentos%20compartidos/18429120112170538.pdf>
28. Butterfield, R. M. 1988. The progress to maturity at 100Kg liveweight of actual weight of carcasse tissues of a Merino ram relative to progress to maturity of liveweight. *In*: Butterfield, R. M. ed. *New Concepts of Sheep Growth*. Sidney, University of Sydney. Department of Veterinary Anatomy. pp. 2-33.
29. Byers, F. M. 1982. Nutritional factors affecting growth of muscle and adipose tissue in ruminants. (en línea). *Federation Proceedings*. 41 (9):2562-2566.

Consultado 15 feb. 2020. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0309174006002701>

30. Cabrero, M. 1991. Factores que definen las características cualitativas de la carne. (en línea). Bovis. no. 38:39-70. Consultado 20 abr. 2020. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4369188>
31. Carriquiry, J.; Normey, R.; Pardiñas, P. 2002. Efecto de la suplementación con grano de maíz entero o molido sobre la performance de novillos Hereford pastoreando pasturas de calidad en el período otoño-invernal. (en línea). Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 107 p. Consultado 25 abr. 2020. Disponible en <http://biblioteca.fagro.edu.uy/iah/textostesis/2002/3019car.pdf>
32. Casella, A. C.; Ciuffolini, A. 2005. Informe técnico Rumensín: guía práctica de lectura de comederos. (en línea). Buenos Aires, Sitio Argentino de Producción Animal. 3 p. Consultado 20 feb. 2020. Disponible en http://www.produccionanimal.com.ar/informacion_tecnica/invernada_o_engorde_a_corral_o_feedlot/33lectura_comedero.pdf
33. Castro, L. E.; Robaina, R. M. 2003. Manejo del ganado previo a la faena y su relación con la calidad de la carne. Montevideo, INAC. 31 p. (Serie de Divulgación no. 1).
34. Cedrés, F.; Cunha, A. 2013. La utilización de sistemas de engorde a corral por la industria frigorífica uruguaya: una aproximación de su impacto en el mercado. Monografía Licenciado en administración- contador. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Ciencias Económicas y de Administración. 178 p.
35. Cheri, R. 2018. Evaluación de dos formas de engorde a corral: autoconsumo versus suministro diario. (en línea). Tesis de veterinario. Buenos Aires, Argentina. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Facultad de ciencias Veterinarias. 115 p. Consultado feb. 2020. Disponible en <https://www.ridaa.unicen.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/123456789/1848/CHIERI,%20ROBERTA.pdf?sequence=1>
36. Choat, W. T.; Krehbiel, C. R.; Brown, M. S.; Duff, G. C.; Walker, D. A.; Gill, D. R. 2002. Effects of restricted versus conventional dietary adaptation on feedlot performance, carcass characteristics, site and extent of digestion, digesta kinetics, and ruminal metabolism. (en línea). Journal Animal

Science. 80 (10):2726-2739. Consultado 12 feb. 2020. Disponible en <https://academic.oup.com/jas/article/80/10/2726/4789508>

37. Cibils, R.; Vaz Martins, D.; Risso, D. 1997. ¿Qué es suplementar. (en línea). In: Vaz Martins, D. ed. Suplementación estratégica para el engorde de ganado. Montevideo, INIA. pp. 7-10 (Serie Técnica no. 83). Consultado 11 feb. 2020. Disponible en <http://www.info.inia.uy/digital/bitstream/item/2989/1/15630291007152242.pdf>
38. Colmenarez, D.; Pargas-Alvarado, H.; Zapata, T.; Cordero, G.; Fuentes, M.; Puzzar, E. 2014. Efecto de la edad al sacrificio sobre el color y la capacidad de retención de agua de la carne de toros provenientes del Brasil. (en línea). Gaceta de Ciencias Veterinarias. 2 (9):46-53. Consultado 10 feb. 2020. Disponible en <http://www.ucla.edu.ve/dveterin/departamentos/CienciasBasicas/gcv/2530int2530er2530no/articulos/documasp/~vtdr8za2.pdf>
39. Consigli, R. 2001. ¿Qué es la calidad de la carne? (en línea). In: Jornada el Negocio de la Carne (6ª., 2001, Córdoba). Memorias. Córdoba, INTA. pp. 1-5. Consultado 25 ene. 2020. Disponible en http://www.produccionanimal.com.ar/informaciontecnica/carne_y_subproductos/21-que-es-la-calidad-de-la-carne.pdf
40. Contatore, L. A.; Rodríguez, D.; Vago, M. 2007. Potencial de uso de forrajes conservados como fuente adicional de fibra para vacunos pastoreando verdes de invierno (año II). Efecto sobre tasa de ganancia, características de la canal y calidad de carne. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 95 p.
41. Cross, H. R.; Schanbacher, B. D.; Crouse, J. D. 1984. Sex, age and breed related changes in bovine testosterone and intramuscular collagen. Meat Science. 10:187-195.
42. Damonte, I.; Irazabal, G.; Reinante, R.; Shaw, M. 2004. Efecto de la asignación de forraje y de la suplementación con grano de maíz entero o molido sobre la performance de novillos Hereford pastoreando verdes durante otoño. (en línea). Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 139 p. Consultado 8 feb. 2020. Disponible en <http://biblioteca.fagro.edu.uy/iah/textostesis/2004/3207dam1.pdf>

43. Davis, C. L.; Smith, G. C.; Carpenter, Z. L.; Dutson, T. R.; Cross, H. R. 1979. Tenderness variations among beef steaks from carcasses of the same USDA quality grade. (en línea). *Journal of Animal Science*. 49 (1):103-114. Consultado 10 abr. 2020. Disponible en <https://academic.oup.com/jas/article-abstract/49/1/103/4698646>
44. Del Campo, M. 2008. El Bienestar animal y la calidad de carne de novillos en Uruguay con diferentes sistemas de terminación y manejo previo a la faena. Tesis PhD. Valencia, España. Universidad Politécnica de Valencia. 174 p.
45. Depetris, G.; Santini, F. 2005. Calidad de carne asociada al sistema de producción. (en línea). In: *Jornadas Internacionales en Carnes Vacunas (2005, Mar del Plata)*. Memorias. Balcarce, INTA. pp. 1-8. Consultado 11 feb. 2020. Disponible en http://www.produccionanimal.com.ar/informacion_tecnica/carne_y_subproductos/63-calidad_carne.pdf
46. Depetris, J. 2000. Calidad de la carne vacuna. (en línea). s.l., Sitio Argentino de Producción Animal. pp. 17-21. Consultado 22 abr. Disponible en http://www.produccionanimal.com.ar/informacion_tecnica/carne_y_subproductos/12-calidad_de_la_carne_vacuna.pdf
47. Di Marco, O. N. 1993. Crecimiento y respuesta animal. (en línea). Mar del Plata, Asociación Argentina de Producción Animal. 129 p. Consultado 10 jul. 2020. Disponible en https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=DI+MARCO%2C+O.+N.+1993.+Crecimiento+y+respuesta+animal.+Mar+del+Plata%3A+AR.+129+p.&btnG=
48. _____. 1998. Gasto energético de los vacunos en pastoreo. (en línea). In: *Congreso AAPA (1998, Paysandú)*. Trabajos presentados. Oeste Ganadero. 1 (1):22-24. Consultado 15 jul. 2020. Disponible en http://www.produccionanimal.com.ar/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/25-gasto_energetico_de_vacunos_en_pastoreo.pdf
49. _____. 2006. Eficiencia de utilización del alimento en vacunos. (en línea). *Visión Rural*. 13 (61):1-4. Consultado feb. 2020. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/89eficiencia_utilizacion_alimento.pdf
50. Duckett, S. K.; Neel, J. P. S.; Sonon Jr, R. N.; Fontenot, J. P. 2007. Effects of winter stocker growth rate and finishing system on: II. Ninth-tenth-

eleventh-rib composition, muscle color, and palatability. (en línea). Journal of Animal Science. 85 (10):2691-2698. Consultado 11 abr. 2020. Disponible en <https://academic.oup.com/jas/article-abstract/85/10/2691/4789064>

51. Elizalde, J. C.; Santini, F. 1992. Factores nutricionales que limitan las ganancias de peso en bovinos en el período otoño – invierno. Balcarce. INTA. Boletín Técnico no. 104. 27 p.
52. _____. 1999. Suplementación con granos en la producción de carne en animales en pastoreo. *In*: Congreso Nacional para Productores y Profesionales (2º., 1999, Palermo, Argentina). Producción intensiva de carne. Buenos Aires, Forum Argentino de Forrajes. pp. 67-93.
53. _____. 2015. Impacto del uso de sistemas de alimentación a corral como estrategia para engorde de bovinos de carne. (en línea). *In*: Congreso Internacional de Producción Animal Especializada en Bovinos (1º., 2015, Cuenca). Trabajos presentados. Maskana. 6:83-93. Consultado 8 feb. 2020. Disponible en <https://publicaciones.ucuenca.edu.ec/ojs/index.php/maskana/article/view/652>
54. Elizondo, L.; Gil, A.; Rubio, L. 2003 Efecto de la suplementación energética con fuentes de diferente degradabilidad ruminal sobre el consumo y comportamiento ingestivo de novillos Hereford pastoreando en dos asignaciones de forraje sobre una mezcla de avena y raigrás en estado vegetativo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 91 p.
55. Erickson, G. E.; Milton, C. T.; Fanning, K. C.; Cooper, R. J.; Swingle, R. S.; Parrot, J. C.; Vogel, G.; Klopfenstein, T. J. 2003. Interaction between bunk management and monensin concentration on finishing performance, feeding behaviour, and ruminal metabolism during an acidosis challenge with feedlot cattle. (en línea). Journal of Animal Science. 81 (11):2869-2879. Consultado 17 jul. 2020. Disponible en <https://academic.oup.com/jas/article-abstract/81/11/2869/4790009>
56. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT). 2015. El estado mundial de la agricultura y la alimentación: la innovación en la agricultura familiar, 2014. (en línea). Roma. 138 p. Consultado 10 feb. 2020. Disponible en <http://www.fao.org/3/a-i4040s.pdf>

57. Feed, O. 2010. Metodología para la evaluación de las características cualitativas de la canal y de la carne. In: Bianchi, G.; Feed, O. eds. Introducción a la ciencia de la carne. Montevideo, Hemisferio Sur. pp. 181-214.
58. Field, R. A. 1971. Effect of castration on meat quality and quantity. (en línea). *Journal of Animal Science*. 32 (5):849-858. Consultado 15 feb. 2020. Disponible en <https://academic.oup.com/jas/article-abstract/32/5/849/4666556>
59. Franco, J. 2010. Importancia de los factores productivos, tecnológicos y de manejo en la calidad de la canal y de la carne vacuna. In: Bianchi, G.; Feed, O. eds. Introducción a la ciencia de la carne. Montevideo, Hemisferio Sur. pp. 303-345.
60. Gallo, C.; Gatica, C. 1995. Efectos del tiempo de ayuno sobre el peso vivo, de la canal y de algunos órganos en novillos. (en línea). *Archivos de Medicina Veterinaria*. 25 (2):69-77. Consultado 10 feb. 2020. Disponible en [https://books.google.com.uy/books?hl=es&lr=&id=ySt75AyXptYC&oi=fnd&pg=PA69&dq=Gallo,+C.+y+Gatica,+C.+\(1995\).+Efectos+del+tiempo+de+ayuno+sobre+el+peso+vivo,+de+la+canal+y+de+algunos+%C3%B3rganos+en+novillos.+Arch.+Med.+Vet.+25,+6977&ots=zh5ITIIvzW&sig=OWp_7Mhid1V4P856MPQ1nOhEc&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.uy/books?hl=es&lr=&id=ySt75AyXptYC&oi=fnd&pg=PA69&dq=Gallo,+C.+y+Gatica,+C.+(1995).+Efectos+del+tiempo+de+ayuno+sobre+el+peso+vivo,+de+la+canal+y+de+algunos+%C3%B3rganos+en+novillos.+Arch.+Med.+Vet.+25,+6977&ots=zh5ITIIvzW&sig=OWp_7Mhid1V4P856MPQ1nOhEc&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false)
61. Garriz, C. A. 2001. Calidad organoléptica de la carne vacuna, influencia de factores biológicos y tecnológicos. (en línea). In: Jornada de Ganadería Vacuna (2001, Buenos Aires). Memorias. Buenos Aires, INIA Castelar. pp. 1-5. Consultado 15 abr. 2020. Disponible en <https://www.coursehero.com/file/47038277/14-calidad-organoleptica-de-la-carne-vacunapdf/>
62. 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. (en línea). *Reproduction Nutrition Development*. 41 (1):1-26. Consultado 7 feb. 2020. Disponible en <https://rnd.edpsciences.org/articles/rnd/pdf/2001/01/r1101.pdf>
63. Gerrard, D. E.; Jones, S. J.; Aberle, E. D.; Lemenager, R. P.; Diekman, M. A.; Judge, M. D. 1987. Collagen stability, testosterone secretion and meat tenderness in growing bulls and steers. (en línea). *Journal of Animal Science*. 65 (5):1236-1242. Consultado 8 feb. 2020. Disponible en <https://academic.oup.com/jas/article-abstract/65/5/1236/4662470>

64. Gibb, D. J.; McAllister, T. A. 1999. The impact of feed intake and feeding behaviour of cattle on feedlot and feedbunk management. (en línea). In: Western Nutrition Conference (20th., 1999, Lethbridge). Proceedings. Lethbridge, Agriculture and Agri-Food Canada. pp. 101-116. Consultado 15 feb. 2020. Disponible en https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Gibb%2C+D.J.%3B+Mac+Allister%2C+T.A.+1999.+The+impact+of+feed+intake+and+feeding+behaviour+of+cattle+on+feedlot+and+feedbunk+management.+101+116.+D.+Korver+and+JMorrison+%28ed%29.+Proc.+20th+Western+Nutr.+Conf&btnG=
65. Gil, A.; Huertas, S. 2001. Efectos del sistema de producción sobre las características de la carne vacuna. Montevideo, INIA. 53 p. (FPTA no. 04).
66. Giménez, A.; Castaño, J. P.; Olivera, L.; Furest, J.; Baethgen, W. 2004. Algunas consideraciones sobre el clima, la producción agropecuaria y la toma de decisiones. Montevideo, INIA. 9 p.
67. González, L. A.; Manteca, X.; Calsamiglia, S.; Schwartzkopf-Genswein, K. S.; Ferret, A. 2012. Ruminant acidosis in feedlot cattle: interplay between feed ingredients, rumen function and feeding behavior (a review). (en línea). *Animal Feed Science and Technology*. 172 (1-2):66-79. Consultado 19 jul. 2020. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377840111004986>
68. Grandin, T. 1993. Teaching principles of behavior and equipment design for handling livestock. (en línea). *Journal of Animal Science*. 71 (4):1065-1070. Consultado 16 feb. 2020. Disponible en <https://academic.oup.com/jas/article-abstract/71/4/1065/4632204>
69. _____; Deesing, M. J.; Struthers, J. J.; Swinker, A. M. 1995. Cattle with hair whorl patterns above the eyes are more behaviorally agitated during restraint. *Animal Behaviour Science*. 46 (1-2):117-123.
70. Hammond, J. 1966. Principios de la explotación animal reproducción, crecimiento y herencia. Zaragoza, Acribia. s.p.
71. Harris, D. C. 1982. Measurement and description of lamb carcasses. (en línea). *Proceedings of the Australian Society of Animal Production*. 14:50-52. Consultado 20 abr. 2020. Disponible en https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt

[=0%2C5&q=Harris%2C+D.C.+1982.+Measurement+and+description+of+lamb+carcasses.+En+el+Simposio%3A+Producing+lamb+carcasses+to+meet+particular+market+requirements.+Proc.+of+the+Australian+Society+of+Animal+Production%2C+14%3A+50-52.&btnG=](#)

72. Haydock, K. P.; Shaw, N. H. 1975. The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry*. 15 (76):663-670.
73. Hedrick, H. B.; Paterson, S. A.; Matches, A. G.; Thomas, J. D.; Marrow, R. E.; Stringer, W. C.; Lipsey, R. J. 1983. Carcass and palatability characteristics of beef produced on pasture, corn silage and corn gain. (en línea). *Journal Animal Science*. 57 (4):791-801. Consultado 15 abr. 2020. Disponible en <https://doi.org/10.2527/jas1983.574791>
74. Heinrichs, J.; Kononoff, P. 2008. Evaluando el tamaño de partícula de forrajes y RTMs usando el nuevo separador de partículas de forraje de Penn State. (en línea). Filadelfia, University Park, Pennsylvania State University. 16 p. Consultado 2 jun. 2020. Disponible en <http://bovinosvirtual.com/wp-content/uploads/2012/10/EVALUANDO-EL-TAMA%C3%91O-DE-PARTICULA-DE-FORRAJES-Y-RTMS-USANDO-EL-NUEVO-SEPARADOR-PSU.pdf>
75. Hicks, R. B.; Owens, F. N.; Gill, D. R.; Martin, J. J.; Strasia C. A. 1990. Effects of limit feeding on performance and carcass characteristics of feedlot steers and heifers. (en línea). *Journal of Animal Science*. 68 (1):233-244. Consultado 12 feb. 2020. Disponible en <https://academic.oup.com/jas/article-abstract/68/1/233/4703974>
76. Hodgson, J. 1981. Variations in the surface characteristics of the sward and the shortem rate of herbage intake by claves and lambs. (en línea). *Grass and Forage Science*. 36 (1):49-57. Consultado 11 jul. 2020. Disponible en <https://onlinelibrary.wiley.com/toc/13652494/1981/36/1>
77. _____. 1990. *Grazing management: science into practice*. (en línea). London, Longman. 203 p. Consultado 2 jun. 2020. Disponible en <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19910746306>
78. _____.; Belk, K. E.; Savell, J. W.; Cross, H. R.; Williams, F. L. 1992. Development of a quantitative quality grading system for mature cow carcasses. (en línea). *Journal of Animal Science*. 70 (6):1840-1847. Consultado 13 abr. 2020. Disponible en <https://doi.org/10.2527/1992.7061840x>

79. Hood, D. E. 1980. Factors affecting the rate of metamyoglobine accumulation in pre-packaged beef. (en línea). *Meat Science*. 4 (4):247-265. Consultado 2 feb. 2020. Disponible en <https://academic.oup.com/jas/article-abstract/78/7/1845/4670759>
80. Hornstein, I.; Crowe, P. F.; Heimberg, M. J. 1961. Fatty acid composition of meat tissue lipids. *Journal of Food Science*. 22:581-586.
81. Huertas-Leidenz, N.; Ríos, G. 1993. La castración a diferentes estadios de crecimiento: efectos sobre las características de la canal. *Revista Facultad de Agronomía Luz*. 10:87-115.
82. Huff-Loneragan, E.; Parrish, F. C.; Robson, R. M. 1995. Effects of postmortem aging time, animal age, and sex on degradation of titin and nebulin in bovine *longissimus* muscle. (en línea). *Journal of Animal Science*. 73 (4):1064-1073. Consultado 13 feb. 2020. Disponible en <https://academic.oup.com/jas/article-abstract/73/4/1064/4632770>
83. Immonen, K.; Ruusunen, M.; Hissa, K.; Puolanne, E. 2000. Bovine muscle glycogen concentration in relation to finishing diet, slaughter and ultimate pH. (en línea). *Meat Science*. 55 (1):25-31. Consultado 12 abr. 2020. Disponible en [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(99\)00121-7](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(99)00121-7)
84. Jameson, W. S.; Hodgson, J. 1979. The effects of variation in sward characteristics upon the ingestive behaviour and herbage intake of calves and lambs under a continuous stocking management. (en línea). *Grass and Forage Science*. 34 (4):273-282. Consultado 2 jun. 2020. Disponible en <https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.1979.tb01479.x>
85. Jurie, C.; Martin, J. F.; Listrat, A.; Jailler, R.; Culioli, J.; Picard, B. 2005. Effects of age and breed of beef bulls on growth parameters, carcass and muscle characteristics. (en línea). *Animal Science*. 80 (3):257-263. Consultado 30 ene. 2020. Disponible en <https://doi.org/10.1079/ASC40710257>
86. Kirton, A. H. 1982. Carcass and meat qualities. In: College, L. ed. *Sheep and Goat Production*. Amsterdam, World Animal Science. Elsevier. pp. 259-274
87. Klont, R. E.; Barnier, M. H.; Van Dijk, A.; Smulders, F. J. M.; Hoving-Bolink, A. H.; Hulsege, B.; Eikelenboom, G. 2000. Effects of rate pH fall, time of deboning, ageing period, and their interaction on veal quality characteristics. (en línea). *Journal Animal Science*. 78 (7):1845-1851.

Consultado 2 feb. 2020. Disponible en
<https://academic.oup.com/jas/article-abstract/78/7/1845/4670759>

88. Koohmaraie, M.; Kent, M. P.; Shackelford, S. D.; Veiseth, E.; Wheeler, T. L. 2002. Meat tenderness and muscle growth: Is there any relationship? (en línea). *Meat Science*. 62 (3):345-352. Consultado 6 feb. 2020. Disponible en
https://www.researchgate.net/publication/254435217_Meat_tenderness_and_muscle_growth_is_there_any_relationship_Names_are_necessary_to_report_factually_on_available_data_however_the_USDA_neither_guarantees_nor_warrants_the_standard_of_the_product_and_t
89. Ledward, D. A. 1970. Metamyoglobin formation in beef stored in carbon dioxide enriched and oxygen depleted atmospheres. (en línea). *Journal Food Science*. 35 (1):33-36. Consultado 2 feb. 2020. Disponible en
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1970.tb12362.x>
90. Luckett, R. L.; Binder, T. D.; Icaza, E. A.; Turner, J. W. 1975. Tenderness studies in straightbred and crossbred steers. (en línea). *Journal Animal Science*. 40 (3):468-475. Consultado 21 feb. 2020. Disponible en
<https://doi.org/10.2527/jas1975.403468x>
91. McCurdy, M. P.; Horn, G. W.; Wagner, P. A.; Lancaster, C. R. 2010. Effects of winter growing programs on subsequent feedlot performance, carcass characteristics, body composition, and energy requirements of beef steers. (en línea). *Journal Animal Science*. 88 (4):1564-1576. Consultado 1 feb. 2020. Disponible en <https://academic.oup.com/jas/article/88/4/1564/4745740>
92. McDougall, D. B. 1981. Changes in the color and opacity of meat. (en línea). *Food Chemistry*. 9 (1-2):75-88. Consultado 10 feb. 2020. Disponible en
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/030881468290070X>
93. McGuire, M. A.; McGuire, M. K. 2000. Conjugated linoleic acid (CLA): A ruminant fatty acid with beneficial effects on human health. (en línea). *Journal of Animal Science*. 77:1-8. Consultado 16 abr. 2020. Disponible en
https://www.researchgate.net/profile/Mark_Mcguire/publication/228749916_Conjugated_linoleic_acid_CLA_A_ruminant_fatty_acid_with_beneficial_effects_on_human_health/links/0c9605238350a71e7e000000/Conjugated-linoleic-acid-CLA-A-ruminant-fatty-acid-with-beneficial-effects-on-human-health.pdf

94. Mancini, R. A.; Hunt, M. C. 2005. Current research in meat color. (en línea). Meat Science. 71 (1):100-121. Consultado 2 feb. 2020. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S030917400500094X>
95. Mandell, I.; Buchanan-Smith, J.; Cambell, J. 1998. Effects of forage vs. grain feeding on carcass characteristics, fatty acid composition, and beef quality in Limousin-Cross steers when time onfeed is controlled. (en línea). Journal of Animal Science. 76 (10):2619-2630. Consultado 12 feb. 2020. Disponible en <https://academic.oup.com/jas/article-abstract/76/10/2619/4625113>
96. Marsh, B. B.; Lochner, J. V.; Takahashe, G.; Kragness, D. D. 1981. Effects of early postmortem pH and temperature on beef tenderness. (en línea). Meat Science. 5 (6):479-483. Consultado 9 feb. 2020. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0309174081900462>
97. Marten, G. C.; Barnes, R. F. 1980. Prediction of energy digestibility of forages and with in vitro rumen fermentation and fungal enzyme systems. In: Pidgeon, W. J.; Balch, C. C.; Graham, M. eds. Standardization of analytical methodology for feed. Ottawa, International Development Research Center. pp. 61-71. Consultado 12 feb. 2020. Disponible en <https://idl-bnc-idrc.dspacedirect.org/bitstream/handle/10625/19412/IDL-19412.pdf?sequence=1>
98. Mathison, G. W.; Engstrom, D. 1995. *Ad libitum* feeding versus feeding restricted barley- fattinin diets based on corn. (en línea). Journal of Animal Science. 75 (4):637-640. Consultado 19 jul. 2020. Disponible en <https://www.ncresearchpress.com/doi/abs/10.4141/cjas95-095#.XxdOuShKg94>
99. May, G.; Dolezal, H.; Gill, D.; Ray, F. 1992. Effects of days fed, carcass grade traits, and subcutaneous fat removal on postmortem muscle characteristics and beef palatability. (en línea). Journal of Animal Science. 70 (2):444-453. Consultado 16 abr. 2020. Disponible en <https://academic.oup.com/jas/article-abstract/70/2/444/4704848>
100. MDN. DNM (Ministerio de Defensa Nacional. Dirección Nacional de Meteorología, UY). 1991. Estadísticas climatológicas. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado 20 mar. 2020. Disponible en <https://www.inumet.gub.uy/clima/estadisticas-climatologicas/tablas-estadisticas>

101. Méndez, D.; Davies, P. 2004. Herramientas para mejorar las ganancias de peso. (en línea). Río Cuarto, Sitio Argentino de Producción Animal. 3 p. Consultado 17 ene. 2020. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/invernada_o_engorde_pastoril_o_a_campo/39-herramientas_mejorar_ganancias_de_peso.pdf
102. Mertens, D. 2002. Measuring fiber and its effectiveness in ruminants diets. In: Plains Nutrition Council Spring Conference (2nd., 2002, Madison, Wisconsin). Proceedings. San Antonio, Texas A&M University. pp. 40–66.
103. MGAP. PRENADER (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Programa para el Manejo de Recursos Naturales y Desarrollo del Riego, UY). 2020. Grupos de suelos CONEAT. Montevideo. s.p. Consultado 30 ago. 2020. Disponible en <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/politicas-y-gestion/coneat>
104. Miller, M. F.; Carr, M. A.; Ramsey, C. B.; Crockett, K. L.; Ho-over, L. C. 2001. Consumer thresholds for establishing the value of beef tenderness. (en línea). Journal of Animal Science. 79 (12):3062-3068. Consultado 10 abr. 2020. Disponible en <https://academic.oup.com/jas/articleabstract/79/12/3062/4683806>
105. Montossi, F.; Risso, F.; Pigurina, G. 1996. Consideraciones sobre la utilización de pasturas. (en línea). In: Risso, D. F.; Berretta, E. J.; Morón, A. eds. Producción y manejo de pasturas. Montevideo, INIA. pp. 93-105 (Serie Técnica no. 80). Consultado 20 mar. 2020. Disponible en <http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/111219240807135431.pdf>
106. Mora, O.; Shimada, A. 2000. Causas del color amarillo de la grasa de canales de bovinos finalizados en pastoreo. (en línea). Veterinaria México. 1 (32):63-71. Consultado 21 feb. 2020. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/423/42332110.pdf>
107. Morgan, J. A.; Owen, J. B. 1972. The nutrition of artificially reared lambs: The effect of different feeding methods applied at three stages of growth. Animal Production. 15:285-292.
108. Morgan, J. B.; Wheeler, T. L.; Koohmaraie, M.; Savell, J. W.; Crouse, J. D. 1993. Meat tenderness and the calpain proteolytic system in *longissimus* muscle of young bulls and steers. (en línea). Journal Animal Science. 71

(6):1471-1476. Consultado 10 feb. 2020. Disponible en <https://academic.oup.com/jas/article-abstract/71/6/1471/4718951>

109. Morris, S. T.; Hischenberg, S. W.; Michel, A.; Parker, W. J.; Cutcheon Mc. 1993. Herbage intake and liveweight gain of bulls and steers continuously stocked at fixed sward heights during autumn and spring. (en línea). *Grass and Forage Science*. 48 (2):109-117. Consultado 13 jul. 2020. Disponible en <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1365-2494.1993.tb01843.x>
110. Muir, P. D.; Deaker, J. M.; Bown, M. D. 1998. Effects of forage- and grain-based feeding systems on beef quality. (en línea). *New Zealand Journal of Agriculture Research*. 41 (4):623-635. Consultado 6 feb. 2020. Disponible en <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00288233.1998.9513346>
111. Murphy, T. A.; Loerch, S. C. 1994. Effects of restricted feeding of growing steers on performance, carcass characteristics, and composition. (en línea). *Journal Animal Science*. 72 (9):2497- 2507. Consultado 15 feb. 2020. Disponible en <https://academic.oup.com/jas/article-abstract/72/9/2497/4632756>
112. Nakamura, R.; Sekoguchi, S.; Sato, Y. 1975. The contribution of intramuscular collagen to the tenderness of meat from chickens of different ages. (en línea). *Poultry Science*. 54 (5):1604-1612. Consultado 11 abr. 2020. Disponible en <https://doi.org/10.3382/ps.0541604>
113. Nicolosi, R. J.; Wilson, T. A.; Lawton, C.; Handelman, G. J. 2001. Dietary effects on cardiovascular disease risk factors: beyond saturated fatty acids and cholesterol. (en línea). *Journal of the American College of Nutrition*. 20 (5):421S-427S. Consultado 16 abr. 2020. Disponible en <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/07315724.2001.10719179>
114. Nuernberg, K.; Dannenberger, D.; Nuernberg, G.; Ender, K.; Voigt, J.; Scollan, N. D.; Wood, J. D.; Nute, G. R.; Richardson, R. I. 2005. Effect of a grass-based and a concentrate feeding system on meat quality characteristics and fatty acid composition of *longissimus* muscle in different cattle breeds. (en línea). *Livestock Production Science*. 94 (1-2):137-147. Consultado 6 feb. 2020. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301622604002738>

115. O'Ferrall, G. J. M.; Keane, M. G. 1990. A comparison for live weight and carcass production of Charolais, Hereford and Friesian steer progeny from Friesian cows finished on two energy levels and serially slaughtered. (en línea). *Animal Science*. 50 (1):19-28. Consultado 22 feb. 2020. Disponible en <https://doi.org/10.1017/S0003356100004438>
116. Okine, E. K.; Basarab, J. A.; Goonewardene, L. A.; Mir, P. 2004. Residual Feed Intake and Feed Efficiency: differences and Implications. (en línea). In: Florida Ruminant Nutrition Symposium (16th., 2004, Lethbridge, Canada). Proceedings. Edmonton, University of Alberta. Department of Agricultural, Food and Nutritional Science. pp. 27-38. Consultado 12 feb. 2020. Disponible en <https://animal.ifas.ufl.edu/apps/dairymedia/rns/2004/Okine.pdf>
117. Page, J. K.; Wulf, D. M.; Schwotzer, T. R. 2001. A survey of beef muscle color and pH. (en línea). *Journal of Animal Science*. 79 (3):678-687. Consultado 3 feb. 2020. Disponible en <https://academic.oup.com/jas/articleabstract/79/3/678/4625888>
118. Pálsson, H.; Vergés, J. B. 1952. Effects of the plane of nutrition on growth and the development of carcass quality in lambs. *Journal Agriculture Science*. 42:1-92.
119. Park, S. J.; Beak, S. H.; Jung, D. J. S.; Kim, S. Y.; Jeong, I. H.; Piao, M. Y.; Kang, H. J.; Fassah, D. M.; Na, S. W.; Yoo, S. P.; Baik, M. 2018. Genetic, management and nutritional factors affecting intramuscular fat deposition in beef cattle: a review. (en línea). *Asian Australasian Journal Animal Science*. 31 (7):1043-1061. Consultado 28 ago. 2020. Disponible en <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6039335/#b88-ajas-31-7-1043>
120. Parra, V. F.; Elizalde, J. C. 2002. Resultados de engordes a corral de vacunos realizados en diferentes sistemas de producción de carne. (en línea). *CREA Zona Oeste Gacetilla*. no. 175:31-40. Consultado 19 abr. 2020. Disponible en <http://www.laplumadefirpo.com.ar/articulos/encierres1.pdf>
121. Pastorini, J. A.; Pelfort, F.; Polak, G. A. 2011. Efecto del manejo nutricional post-destete y durante el período de terminación sobre las características de crecimiento y atributos de la canal y carne en novillos de la raza Hereford. (en línea). Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 91 p. Consultado 10 feb. 2020. Disponible en

<https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/9703/1/3712pas0.pdf>

122. Pearson, A. M 1966. Desiderability of beef its characteristics and their measurement. *Journal of Animal Science*. 25:843-854.
123. _____.; Dutson, T. R. 1994. Quality attributes and their measurement in meat, poultry and fish products. (en línea). Gaithersburg, Springer. 496 p. Consultado 12 abr. 2020. Disponible en <https://doi.org/10.1007/978-1-4615-2167-9>
124. Pierce, J. C.; Murphey, C. E.; Hallet, D. 1974. Classification, grading and marketing of livestock and meat. *In*: Cole, H. H.; Rowning, M. W. H. eds. *Animal Agriculture. The biology of domestic animals and their use by man*. New York, Freeman. s.p.
125. Pigurina, G. 2001. Sistemas de recría e internada en Uruguay. (en línea). *In*: Jornada de Recursos Técnicos Uruguay Ganadería Hereford (3ª., 2001, Montevideo). Memorias. Montevideo, INIA. pp. 29-33. Consultado 15 abr. 2020. Disponible en http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/6647/1/Jornada_-2001.pdf
126. Pla, M. 2001. Medición de la capacidad de retención de agua. *In*: Cañeque, V.; Sañudo, C. eds. *Metodología para el estudio de la calidad de la canal y de la carne en rumiantes*. Madrid, Ministerio de Ciencia y Tecnología/INIA. pp. 175-179.
127. Pordomingo, A. B.; Grigioni, G.; Irurueta, M.; Carduza, F.; Volpi Lagreca, G. s.f. Efecto de la alimentación sobre el crecimiento y las características organolépticas de la carne de novillitos. (en línea). La Pampa, INTA. 233 p. (Serie Técnica no. 92). Consultado 8 feb. 2020. Disponible en <https://inta.gob.ar/documentos/avances-en-calidad-de-carne-bovina-implicancias-de-la-alimentacion-la-genetica-y-el-manejo>
128. _____. 2017. Estudio de los efectos interactivos entre la edad, la alimentación y la maduración sobre las características físicas y bioquímicas de la carne bovina de novillos Angus. (en línea). Tesis Dr. en Ciencia Animal. Buenos Aires, Argentina. Universidad del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Veterinarias. 77 p. Consultado 2 feb. 2020. Disponible en https://repositorio.inta.gob.ar/xmlui/bitstream/handle/20.500.12123/5445/INTA_CRLaPampaSanLuis_EEAanguil_Pordomingo_A_estudio_de_lo

[s efectos interactivos entre la edad la alimentacion y la maduracion sobre las características.pdf?sequence=1&isAllowed=y](#)

129. Pordomingo, A. J. 2013. Feedlot: alimentación, diseño y manejo. (en línea). Santa Rosa, Universidad Nacional de La Pampa. 170 p. Consultado 15 ene. 2020. Disponible en https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmpinta_feedlot_2013.pdf
130. Priolo, A.; Micol, D.; Agabriel, J. 2001. Effects of grass feeding systems on ruminant meat colour and flavour. (en línea). Animal Research. 50 (3):185-200. Consultado 13 feb. 2020. Disponible en <https://animres.edpsciences.org/articles/animres/abs/2001/03/priolo/priolo.html>
131. Purchas, R. W. 1990. An assessment of the role of pH differences in determining the relative tenderness of meat from bulls and steers. (en línea). Meat Science. 27 (2):129-140. Consultado 10 feb. 2020. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/030917409090061A>
132. 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. (en línea). Meat Science. 66 (3):567-577. Consultado 9 feb. 2020. Disponible en [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(03\)00160-8](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(03)00160-8)
133. Reuter, R.; Alkire, D.; Sunstrum, A.; Cook, B.; Blanton Jr., J. 2017. Feed efficiency and how it's measured. (en línea). Brangus Journal. 65:30-34. Consultado 17 abr. 2020. Disponible en <https://www.noble.org/globalassets/docs/ag/pubs/livestock/nf-as-13-01.pdf>
134. Riley, R. R.; Smith, H. R.; Cross, H. R.; Savell, J. W.; Long, C. R.; Cartwright, T. C. 1986. Chronological age and breed type effects on carcass characteristic and palatability of bull beef. Meat Science. 17:187-198.
135. Robaina, R. 2012. Algunas definiciones prácticas. (en línea). Montevideo, INAC. Dirección de Control y Desarrollo de Calidad. 11 p. Consultado 2 abr. 2020. Disponible en https://www.inac.uy/innovaportal/file/6351/1/algunas_definiciones_practicas.pdf

136. Robelin, J.; Daenicke, R. 1980. Variation of net requirements for cattle growth with liveweight, liveweight gain, breed and sex. (en línea). *Annales De Zootechnie*. 29:99-121. Consultado 8 ago. 2020. Disponible en <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00888037/document>
137. Rosso, O.; García, P. T.; Machado, C. 1998. Sistemas experimentales de producción de carne ecológica. *In*: Curso Producciones Ecológicas (5°, 2001, Balcarce). Trabajos presentados. Balcarce, INTA. pp. 91-93.
138. Ruíz De Huidobro, F.; Sancha, J. L.; Cantero, M. A. 1996. La clasificación de las canales de vacuno y ovino: ventajas del método. (en línea). *Eurocarne*. no. 48:17-26. Consultado 22 abr. 2020. Disponible en <https://scholar.google.es/scholar?hl=es&assdt=0%2C5&q=Ru%20C3%ADz+De+Huidobro%2C+F.%3B+Sancha%2C+J.L.%3B+Cantero%2C+M.A.+1996.+La+clasificaci%C3%B3n+de+las+canales+de+vacuno+y+ovino%3A+ventajas+del+m%C3%A9todo.+Eurocarne+no+48%3A+17-26.&btnG=>
139. Sainz, M. L.; de la Torre, F. 1992. Carne de añojo: conformación, calidad y color. *Nutrición y aditivos alimentarios*. (en línea). *Mundo Ganadero*. no. 10:43-52. Consultado 20 mar. 2020. Disponible en https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_MG/MG_1993_10_completa_BIS.pdf
140. Salcedo, J. R.; Hidalgo, J. A.; González, J. L.; Burciaga, D. 2018. Avances de la investigación sobre producción animal y seguridad alimentaria en México: Retos de la alimentación del ganado bovino en engorda intensiva. (en línea). Morelia, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. pp. 227-233. Consultado 22 feb. 2020. Disponible en https://www.researchgate.net/profile/Fernando_Casanova_Lugo/publication/325807244_Avances_de_la_investigacion_sobre_produccion_animal_y_seguridad_alimentaria_en_Mexico/links/5b578a9e0f7e9bc79a609bc8/Avances-de-la-investigacion-sobre-produccion-animal-y-seguridad-alimentaria-en-Mexico.pdf#page=227
141. Santini, F.; Rearte, D.; Grigera, J. 2003. Algunos aspectos sobre la calidad de las carnes bovinas asociadas a los sistemas de producción. (en línea). *In*: Jornada de Actualización Ganadera (1ª., 2001, Balcarce). Memorias. Balcarce, INTA. pp. 29-37. Consultado 15 feb. 2020. Disponible en http://www.produccionanimal.com.ar/informacion_tecnica/carne_y_sus_bproductos/111calidad_carne.pdf

142. Sañudo, C. 1992. La calidad organoléptica de la carne (IV) con especial referencia a la especie ovina: factores que la determinan, métodos de medida y causas de variación. (en línea). Mundo Ganadero. no. 2:67-69. Consultado 20 mar. 2020. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/28288767_La_calidad_organoleptica_de_la_carne_IV
143. _____. 1997. Análisis sensorial de la carne de vacuno. *In*: Jornadas de Análisis Sensorial (2º., 1997, Villaviciosa). Memorias. Villaviciosa, s.e. s.p.
144. Scollan, N.; Hocquette, J. F.; Nuernberg, K.; Dannenberg, D.; Richardson, I.; Moloney, A. 2006. Enhance the nutritional and health value of beef lipids and their relationship with meat quality. (en línea). Meat Science. 97 (3):384-394. Consultado 15 abr. 2020. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/261369205_Enhancing_the_nutritional_and_health_value_of_beef_lipids_and_their_relationship_with_meat_quality
145. Shackelford, P. L.; Parr, T.; Bardsley, R. G.; Buttery, P. 1995. Relationship between shear force and trained sensory panel tenderness ratings of 10 major muscles for *Bos indicus* and *Bos taurus* cattle. (en línea). Journal of Animal Science. 73 (11):3333-3340. Consultado 7 feb. 2020. Disponible en <https://doi.org/10.2527/1995.73113333x>
146. Sherman, E. L.; Nkruman, J. E.; Moore, S. S. 2010. Whole genome single nucleotide polymorphism associations with feed intake and feed efficiency in beef cattle. (en línea). Journal of Animal Science. 88 (1):16-22. Consultado 18 abr. 2020. Disponible en <https://academic.oup.com/jas/article/88/1/16/4740408>
147. Sierra, V. 2010. Evolución post-mortem de parámetros indicativos de calidad en carne de vacuno: efecto de la raza y el gen de la hipertrofia muscular. (en línea). Tesis Dr. Sistemas de Producción Animal del Servicio Regional de Investigación y Desarrollo. Oviedo, España. Universidad de Oviedo. 115 p. Consultado 30 ene. 2020. Disponible en <http://hdl.handle.net/10803/11156>
148. Simeone, A.; Beretta, V; Franco, J.; Baldi, F. 2004. ¿Por qué investigar en el uso de concentrados si nuestros sistemas son pastoriles? *In*: Jornada Anual de la UPIC (6ª., 2004, Paysandú). Manejo nutricional en ganado de carne: II. Uso de alimentos concentrados en sistemas ganaderos. Paysandú, Facultad de Agronomía. EEMAC. pp. 10-17.

149. _____.; _____. 2006. Intensificando la producción de carne en invernada; de la teoría a la práctica. *In*: Jornada Anual de la UPIC (8ª., 2006, Paysandú). Memorias. Paysandú, Facultad de Agronomía. EEMAC. pp. 9-30.
150. _____.; _____.; Buffa, J. I.; Canán, G.; Varalla, D.; Miranda, D. 2018. Analizando los factores que inciden sobre la eficiencia de conversión de un corral de engorde. *In*: Jornada Anual de la UPIC (20ª., 2018, Paysandú). 20 años de investigación para una ganadería más rentable. Paysandú, Facultad de Agronomía. EEMAC. pp. 54-63.
151. Simm, G. 1987. Carcass evaluation in sheep breeding programmes. *In*: Marai, I. F.; Owen, J. B. eds. *New Techniques in Sheep Production*. London, Elsevier. pp. 125-144.
152. Soto-Navarro, S. A.; Krehbiel, C. R.; Duff, G. C.; Galyean, M. L.; Brown, M. S.; Steiner, R. L. 2000. Influence of feed intake fluctuation and frequency of feeding on nutrient digestion, digesta kinetics, and ruminal fermentation profiles in limit-fed steers. (en línea). *Journal of Animal Science*. 78 (8):2215-2222. Consultado 17 jul. 2020. Disponible en <https://academic.oup.com/jas/article-abstract/78/8/2215/4670826>
153. Steen, R. W. J.; Lavery N. P.; Kilpatrick D. J.; Porter. M. G. 2003. Effects of pasture and high-concentrate diets on the performance of beef cattle: carcass composition at equal growth rates, and the fatty acid composition of beef. (en línea). *New Zealand Journal of Agricultural Research*. 46 (2):69-81. Consultado 6 feb. 2020. Disponible en <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00288233.2003.9513533>
154. Sun, X.; Chen, K. J.; Maddock-Carlin, K. R.; Anderson, V. L.; Lepper, A. N.; Schwartz, C. C.; Keller, W. L.; Ilse, B. R.; Magolski, J. D.; Berg, E. P. 2012. Predicting beef tenderness using color and multispectral image texture features. (en línea). *Meat Science*. 92 (4):386-393. Consultado 2 feb. 2020. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0309174012001544>
155. Teira, G. A. 2004. Actualidad y perspectivas de un componente principal de la calidad de carnes bovinas: la terneza. (en línea). *Ciencia, Docencia y Tecnología*. 28 (15):215-244. Consultado 10 feb. 2020. Disponible en <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=14502809>

156. Thompson, J. 2002. Managing meat tenderness. (en línea). Meat Science. 62 (3):295-308. Consultado 14 abr. 2020. Disponible en [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(02\)00126-2](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(02)00126-2)
157. USDA (United States of Department of Agriculture, US). 2020. Carcass Beef Grades and Standars. (en línea). Washington, D. C. 16 p. Consultado 27 ago. 2020. Disponible en <https://www.ams.usda.gov/grades-standards/carcass-beef-grades-and-standards>
158. Ustarroz, E.; De León, M. s.f. Utilización de pasturas y suplementación con granos en invernada. INTA EEA Manfredi. Informe Técnico no. 7. 31 p.
159. Valls, M. 1980. Contribución al estudio del ovino gallego. II. Características del crecimiento y de la canal de los corderos. Animal INIA/Serie Producción Animal. 11:17-29.
160. Van Koevering, M. T.; Gill, D. R.; Owens, F. N.; Dolezal, H. G.; Strasia, C. A. 1995. Effect of time on feed on performance of feedlot steers, carcass characteristics, and tenderness and composition of *Longissimus* muscles. (en línea). Journal of Animal Science. 73 (1):21-28. Consultado 18 ene. 2020. Disponible en <https://academic.oup.com/jas/article/73/1/21/4564209>
161. Van Soest, P. V.; Robertson, J. B.; Lewis, B. A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. (en línea). Journal of Dairy Science. 74 (10):3583-3597. Consultado 8 ago. 2020. Disponible en [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(91\)78551-2/abstract](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(91)78551-2/abstract)
162. Velasco, S. 1998. Caracterización de los depósitos adiposos de corderos lechales en función de diversos parámetros productivos. (en línea). Tesis Doctora en Veterinaria. Madrid, España. Universidad Complutense de Madrid. 232 p. Consultado 7 abr. 2020. Disponible en <https://eprints.ucm.es/3061/1/T23104.pdf>
163. Verité, R.; Journet, M. 1970. Influence de la teneur en eau et de la déshydratation del'herbe sur sa valeur alimentaire pour les vaches laitières. (en línea). Annales de Zootechnie. 19 (3):269-277. Consultado 18 jul. 2020. Disponible en <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00887007/document>

164. Vestergaard, M.; Oksberg, N.; Henckel, P. 2000. Influence of feeding intensity, grazing and finishing feeding on muscle fibre characteristics and meat colour of semitendinosus, *Longissimus dorsi* and supraspinatus muscle of young bulls. (en línea). Meat Science. 54 (2):177-185. Consultado 5 ene. 2020. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0309174099000972>
165. Viano, S. 2017. Sistematización de experiencias: Una recorrida por la gira ganadera. (en línea). INTA. Memoria técnica 2017-2018. pp. 134-135. Consultado 20 feb. 2020. Disponible en https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_mt2018.pdf
166. Villalbos, M. 2001. Estabulación y semiestabulación de ganado de carne: análisis económico e impacto ambiental. In: Curso de Aspectos Socioeconómicos del Desarrollo Sostenible (2001, San José, Costa Rica). Resúmenes. San José, Universidad de Costa Rica. pp. 21-23.
167. Warren, H. E.; Scollan, N. D.; Enser, M.; Hughes, S. I.; Richardson, R. I.; Wood, J. D. 2008. Effects of breed and a concentrate or grass silage diet on beef quality in cattle of 3 ages. (en línea). Meat Science. 78 (3):256-269. Consultado 9 feb. 2020. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.06.008>
168. Wood, J. D.; Maceie, H. J. H.; Pomeroy, R. W.; Twinn, D. 1980. Carcass composition in four sheep breeds the importance of type of breed and stage of maturity. Animal Production. 30:135-152.
169. _____. 1990. Consequences for meat quality of reducing carcass fatness. In: Wood, J. D.; Fisher, A. V. eds. Reducing fat in meat animals. London, Elsevier. pp. 344-397.
170. _____.; Richardson, R. I.; Nute, G. R.; Fisher, A. V.; Campo, M. M.; Kasapidou, E.; Sheard, P. R.; Enser, M. 2004. Effects of fatty acids on meat quality: a review. (en línea). Meat Science. 66 (1):21-32. Consultado 17 abr. 2020. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0309174003000226>
171. Yang, A.; Lanari, M. C.; Brewster, M. J.; Tume, R. K. 2002. Lipid stability and meat color of beef from pasture- and grain-fed cattle with or without vitamin E supplement. (en línea). Meat Science. 60 (1):41-50. Consultado

14 abr. 2020. Disponible en [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(01\)00103-6](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(01)00103-6)

172. Zanoniani, R. A.; Ducamp, F.; Bruni, M. 2003. Utilización de verdes de invierno en sistemas de producción animal. (en línea). Río Cuarto, Sitio Argentino de Producción Animal. 8 p. Consultado 10 feb. 2020. Disponible en http://www.produccionanimal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_cultivadas_verdeos_invierno/66-verdeos.pdf
173. Zhang, S. X.; Farouk, M. M.; Young, O. A.; Wieliczko, K. J.; Podmore, C. 2005. Functional stability of frozen normal and high pH beef. (en línea). Meat Science. 69 (4):765-772. Consultado 8 feb. 2020. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0309174004002918>