

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA  
FACULTAD DE VETERINARIA**

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE UN DISPOSITIVO INTRA-CERVICAL EN VACAS  
Y VAQUILLONAS SOBRE LA ACTIVIDAD REPRODUCTIVA, GANANCIA DE  
PESO Y CALIDAD DE CANAL Y CARNE**

**por**

**Mateo BALMELLI CHIFFLET  
Marcos DUTRA DA SILVEIRA FRANCO  
Serena ROCA SILVA**

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

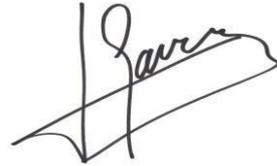
**MODALIDAD: Ensayo Experimental**

**PAYSANDÚ  
URUGUAY  
2021**

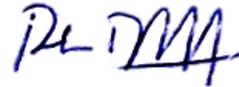
## PÁGINA DE APROBACIÓN

Tesis de grado aprobada por:

Presidente de mesa: Javier García



Segundo miembro (Tutor): Rafael Delpiazzo



Tercer miembro: Carolina Fiol



Cuarto miembro (Co-tutor): Jorge Gil



Jorge Gil (PhD)

Fecha: 16 de abril de 2021

Autores:

Mateo Balmelli Chifflet



Marcos Dutra Da Silveira Franco



Serena Roca Silva



## **AGRADECIMIENTOS**

A nuestro tutor de tesis Dr. Rafael Delpiazco, por darnos la posibilidad de realizarla, por la información brindada durante el transcurso de la misma y la disposición a lo largo de dicho trabajo.

A la Facultad de Veterinaria por la oportunidad de hacer la carrera y la EEMAC y todo su personal por la oportunidad de realizar la tesis de grado; y al personal de biblioteca por la atención brindada en el intervalo del trabajo.

Y en especial a nuestras familias y amigos por el apoyo brindado a lo largo de nuestra carrera.

## TABLA DE CONTENIDO

Página

PÁGINA DE APROBACIÓN .....	2
AGRADECIMIENTOS .....	3
LISTA DE CUADROS Y FIGURAS .....	6
RESUMEN.....	7
SUMMARY .....	8
1. INTRODUCCIÓN .....	9
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	10
2.1. HISTORIA DE LA GANADERÍA EN URUGUAY .....	10
2.2. CARACTERIZACIÓN DE LA FAENA A NIVEL NACIONAL .....	10
2.3. LA INVERNADA .....	11
2.4. LA INVERNADA DE VACAS.....	11
2.5. OVARIECTOMÍA O CASTRACIÓN DE VACAS.....	13
2.6. DISPOSITIVOS INTRAUTERINOS .....	14
2.7. OVARIECTOMÍA VS DIU .....	15
2.8. FACTORES QUE AFECTAN LA CALIDAD DE LA CANAL .....	16
2.8.1. FACTORES INTRÍNSECOS .....	17
2.8.2. FACTORES EXTRÍNSECOS .....	20
2.9. SISTEMA DE CLASIFICACIÓN Y TIPIFICACIÓN DE CARNE VACUNA ...	22
2.10 MEDICIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL.....	23
2.11 CONFORMACIÓN .....	23
2.12 ENGRASAMIENTO.....	24
2.13 CALIDAD INSTRUMENTAL DE LA CARNE .....	25
2.13.1 TERNEZA .....	25
2.13.2 pH .....	27
2.13.3 COLOR .....	29
2.13.4 CRA .....	30
3 HIPÓTESIS .....	32
4 OBJETIVOS .....	32
4.1 OBJETIVO GENERAL.....	32
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	32
5 MATERIALES Y MÉTODOS .....	33
5.1 LOCALIZACIÓN .....	33
5.2 PERÍODO EXPERIMENTAL.....	33

5.3	ANIMALES Y TRATAMIENTOS .....	33
5.4	INFRAESTRUCTURA .....	34
5.5	DETERMINACIONES SOBRE LA PASTURA.....	35
5.6	DETERMINACIONES EN EL ANIMAL .....	36
5.7	ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	37
6	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	38
6.1	EN LAS PASTURAS.....	38
6.2	EN LOS ANIMALES .....	39
	PESO VIVO, CALIDAD DE CANAL Y CARNE.....	40
7	CONCLUSIONES.....	46
8	BIBLIOGRAFÍA .....	47

## LISTA DE CUADROS, FIGURAS Y GRÁFICOS

<b>Cuadro 1.</b> Cuadro comparativo entre la ovariectomía y el dispositivo intrauterino (DIU) de Turin .....	15
<b>Cuadro 2.</b> Influencia de los distintos factores en la calidad de la canal y la carne. ....	17
<b>Cuadro 3.</b> Efecto de la edad en vacas de descarte sobre características de la canal. ....	19
<b>Cuadro 4.</b> Efecto del sistema de alimentación sobre diferentes parámetros de calidad de la canal de novillos. ....	21
<b>Cuadro 5.</b> Efecto de diversos tratamientos (estado fisiológico, edad, días de engorde y biotipo) sobre la fuerza de corte de vacas de descarte.....	27
<b>Cuadro 6.</b> Valores de pH a las 24 hs y fuerza de corte del musculo <i>Longissimus dorsi</i> en novillos Hereford, puros y cruza, de 3 años de edad. ....	28
<b>Figura 1.</b> Imagen obtenida de 2 ejemplares de los DIC utilizados. ....	33
<b>Figura 2.</b> A. DIU de Turin. B. colocador correspondiente que fue el mismo que se usó en este experimento.....	34
<b>Cuadro 7.</b> Esquema de tratamientos y animales durante la tesis. ....	34
<b>Cuadro 8.</b> Disponible, altura disponible, remanente y porcentaje de utilización para los dos tratamientos Campo Natural (CN) y Pradera (P) .....	38
<b>Gráfica 1.</b> Oferta forrajera promedio de los tratamientos en Kg/MS/100 kg PV/día. ....	39
<b>Cuadro 9.</b> Resultados productivos y de calidad de canal en Vacas y Vaquillonas, con y sin DIC, en Pradera y Campo Natural. ....	40
<b>Cuadro 10.</b> Resultados de calidad de carne en Vacas con y sin DIC, en Pradera y Campo Natural.....	41
<b>Cuadro 11.</b> Resultados productivos, de calidad de canal y carne en vacas y vaquillonas, en Pradera y Campo Natural, sin considerar la interacción del DIC. ....	42
<b>Cuadro 12.</b> Resultados de Fuerza de Corte por el método Warner-Bratzler, en animales de Campo Natural y Pradera, luego de 7 días de maduración (WB 7) sin considerar la interacción del DIC ni de la categoría.....	44

## RESUMEN

El incremento de la demanda de carne vacuna, sumado a la importancia que tienen las vacas como categoría en el total de la faena nacional, hacen a la invernada de vacas una excelente alternativa en el negocio ganadero y en la mejora de la productividad e ingreso. El objetivo de este experimento fue evaluar el efecto de la aplicación de un dispositivo intra-cervical (DIC) sobre la actividad reproductiva, ganancia de peso y calidad de canal y carne, así como el efecto de la alimentación sobre diferentes pasturas (Campo natural vs. Pradera) en estos parámetros. El ensayo experimental fue realizado en la Estación Experimental "Dr. Mario A. Cassinoni" (EEMAC), Facultad de Agronomía, UdelaR, ubicada en el departamento de Paysandú. Se utilizaron 48 bovinos raza Hereford, 24 vacas y 24 vaquillonas estratificadas por edad, peso y condición corporal, no gestantes, divididas en dos grupos iguales: con DIC y sin DIC; a su vez, se dividieron equitativamente en dos tratamientos: Campo Natural y Pradera. Los parámetros evaluados fueron: detección de celo y peso vivo cada 20 días, ganancia diaria, peso vivo prefaena, peso canal caliente, rendimiento, área de ojo de bife (AOF), espesor de grasa subcutánea (EGS), pH, color, fuerza de corte y pérdidas por cocinado a los 0 y 7 días. El efecto del DIC sobre la aparición de celo no pudo ser determinado ya que en algún momento del experimento los animales perdieron el dispositivo; la GMD de las vacas del tratamiento Pradera fue de 0,505 kg y la de las de Campo Natural fue de 0,116 kg; y en vaquillonas fue de 0,667 kg y 0,274 kg, respectivamente. El rendimiento de la canal, el peso de canal caliente, y espesor de grasa subcutánea, en vacas, así como la terneza a los 7 días de maduración, fueron superiores para el tratamiento Pradera. Las pérdidas por cocinado fueron inferiores para las vaquillonas de campo natural, con 7 días de maduración.

## SUMMARY

The increase in demand for beef, along with the importance of cows as a category in the total national slaughter, makes the cow wintering an excellent alternative in the livestock business and in improving productivity and income. It is for this reason that we set as objective the evaluation of the effect of applying an intra-cervical device (ICD), on the reproductive activity, weight gain and quality of carcass and beef, as well as the effect of the pastures on these parameters (Natural Field vs Meadow). The experimental test was carried out at "Dr. Mario A. Cassinoni" Experimental Station, Agronomy School, UdelaR, located in Paysandú department. 48 non-pregnant Hereford cattle were used, 24 cows and 24 heifers, divided into two equal random groups: with DIC and without DIC; at the same time, they were divided equally into two types of pastures: Natural Field and Meadow. The parameters evaluated were: heat detection and live weight every 20 days, daily weight gain, slaughter weight, hot carcass weight, dressing percentage, ribeye area, subcutaneous fat, pH, colour, cutting force and cooking losses after 0 and 7 days. The DIC's effect on the appearance of heat could not be determined since the device was lost during the experiment; the daily weight gain was vastly superior in the Meadow treatment animals, compared to the Natural Field ones (0.505kg vs 0.116kg in cows; 0.667kg vs 0.274kg in heifers); the dressing percentage, the hot carcass weight, the subcutaneous fat and the tenderness after 7 days of maturation, were superior in the meadow treatment. The cooking losses were inferior in the natural field heifers, after 7 days of maturation.

## 1. INTRODUCCIÓN

Uruguay es uno de los principales productores cárnicos del mundo y el primero en consumo de carne vacuna por persona. Se producen cerca de 550 mil toneladas de carne vacuna al año, 180 mil para el consumo interno y 370 mil para exportación (INAC, 2020), representando el 4% de las exportaciones mundiales, posicionándose como uno de los importantes exportadores de carne bovina del mundo (Bervejillo, 2019).

Del 2015 en adelante, se observó un aumento en el número de vacas faenadas (52,3% en 2019), en comparación a años anteriores, donde los novillos superaban el 50% de la faena (INAC, 2020). Esto refleja un incremento en la invernada de vacas y, por lo tanto, su importancia en la producción de carne en nuestro país, convirtiéndola en una excelente alternativa en el negocio ganadero y en la mejora de la productividad e ingreso (Montossi, Soares de Lima, Brito y Berreta, 2014).

Para alcanzar los estándares de eficiencia deseados y mejorar la calidad, productividad y competitividad de la bovinocultura a nivel internacional, son necesarias medidas profundas y transformadoras en el sistema de producción, siendo la innovación tecnológica una de las herramientas más importantes, lo cual nos lleva a un nuevo plano de intensificación en la necesidad de recursos, direccionamiento y conocimientos. Dentro de ellas se destacan el aumento de la suplementación con granos en pastoreo y el encierro de animales en terminación; el uso de pasturas sembradas a través del pastoreo horario, con cargas animales que duplican las tradicionales, permitiendo liberar áreas y mejorar la distribución en el resto del sistema (Bartaburu, 2005); la utilización de un dispositivo intrauterino que promueve la androgenización natural y endógena, actuando de esta manera como anabolizante (da Silva, Gambarini Meirinhos, Dias Di Oliveira y Lucas Gordo, 2005); o la ovariectomía que suprime la ciclicidad ovárica produciendo cambios morfológicos (Dutto, 1981), todo lo cual conduce a mejorar los índices productivos, aumentando la calidad del producto final, promoviendo el surgimiento de mayores oportunidades de mercado para la cadena cárnica, y aumento de la escala del negocio a nivel nacional, regional y mundial (Montossi *et al.*, 2010).

El Dispositivo Intra-Uterino Bovino (DIUB) de Turin *et al.*, (1997) es un anticonceptivo que tiene forma y tamaño tales que se adapta a los distintos tamaños uterinos según el estado reproductivo de las hembras bovinas. Es el primer y único tratamiento de anticoncepción incruenta, no hormonal y 100% natural (<https://diub.com.ar/#!/-bienvenido-2/>). Está hecho de cobre, y se compone de dos piezas que deben introducirse en cada cuerno uterino. La función de dicho dispositivo es causar anestro y prevenir la preñez (Turin *et al.*, 1997).

La ovariectomía es una técnica quirúrgica que, al suprimir la actividad ovárica de la hembra, se producen ciertas alteraciones hormonales, responsables de los cambios morfológicos y del comportamiento reproductivo, aboliendo la continuidad del ciclo estral y, por ende, la gestación. Se puede realizar en hembras de cualquier edad y estado fisiológico, incluyendo los primeros 90 días de gestación, convirtiéndose de esta manera en una herramienta muy difundida entre los invernadores de vacas y vaquillonas para carne (Dutto, 1981).

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. HISTORIA DE LA GANADERÍA EN URUGUAY

La ganadería en Uruguay tiene un rol muy importante en la economía, sociedad y cultura de nuestro país. La formación económica y social ha sido determinada fuertemente por la evolución de la ganadería (Montossi, 2017).

A partir del siglo XXI, la superficie destinada a la ganadería en Uruguay ha ido disminuyendo debido a cambios tales como la expansión de la agricultura y el crecimiento sostenido de la forestación, dejando a la ganadería limitada a los campos más marginales, con la consiguiente disminución en los niveles de productividad, y por ende en el margen bruto ganadero (Montossi *et al.*, 2010), de manera que para mantener o aumentar los niveles de producción se debía intensificar.

En cuanto a las pasturas, hubo un fuerte incremento en el uso de mejoramientos, pasturas sembradas y verdes, como forma de aumentar la producción de forraje y la calidad de los mismos, a pesar de seguir predominando el campo natural. Por el contrario, la superficie ganadera ha ido disminuyendo en los sucesivos Censos Agropecuarios de los años 1990, 2000 y 2011, representando el 71, 62 y 40% de la superficie respectivamente, manteniéndose la misma tendencia en la actualidad. Mientras tanto, la producción de carne vacuna tuvo una evolución positiva, aumentando en 500 mil cabezas aproximadamente entre los censos 2000-2011, pero manteniéndose constante hasta la actualidad. A su vez, la superficie agrícola y la forestación pasaron a ocupar del 14 al 30%, y del 6 al 15% respectivamente, en el periodo 2000-2011 (MGAP-DIEA, 2019).

### 2.2. CARACTERIZACIÓN DE LA FAENA A NIVEL NACIONAL

De los siguientes datos del Instituto Nacional de Carnes (INAC) se desprenden los resultados de faena obtenidos en el 2019, diferenciando cabezas faenadas según su categoría y según la edad de faena. Los resultados del 2019 reflejan que el 52,3% de los bovinos faenados fueron vacas, mientras que el 45,7% fueron novillos, y el restante 2% está comprendido por toros y terneros (INAC, 2019). En el 2020 también hubo mayor faena de vacas respecto a los novillos, con el 50,5% de vacas y 47,5% de novillos. Con respecto a la edad de faena de hembras, se destaca que el 66,4% de vacas faenadas son 8 dientes, el 6,1% son vacas 6 dientes, y el restante 27,5% son vaquillonas.

En estos datos debemos centrar nuestra atención, ya que los mismos reflejan la importancia de la invernada de vacas en la producción de carne de nuestro país, siendo la principal categoría faenada, con mayor número de cabezas por año. El 66% de las vacas faenadas son de 8 dientes, conformando así la principal edad de los rodeos de invernada (INAC, 2019). Por lo tanto, es en esta categoría donde adquiere mayor relevancia la aplicación de tecnologías para evitar la aparición del celo y posibles preñeces, situaciones desfavorables para la invernada.

Los sistemas de cría bovina uruguayos se destacan por generar dos productos principales de venta: las vacas de descarte, y los terneros/as. En este sentido, la tasa de preñez sería el “gatillo” que dispara qué producto generará una vaca de cría. Si está preñada, su producto será un ternero destetado, aproximadamente un año después, mientras que si está “vacía” se transformará a sí misma en un producto de venta, el cual podrá ser comercializado inmediatamente, o destinado a un proceso de engorde; en este caso, deberá ser reemplazada por otra hembra, de forma de mantener el número de vientres en el rodeo. En resumen, la tasa de preñez es la variable que determina en qué proporción se obtendrán dichos productos (vaca de descarte o terneros/as). Cabe destacar que en los sistemas de cría de nuestro país la vaca no es un subproducto, sino que ambos son productos fundamentales. Por último, en aquellos sistemas que engordan las vacas falladas, si se realiza sobre mejoramientos, se incrementan los kg de venta de manera eficiente y se valorizan dichos kg al comercializarse como vaca gorda (Montossi, 2017).

### 2.3. LA INVERNADA

Invernada es el nombre genérico que se le da a la actividad ganadera de base pastoril, cuya finalidad es lograr ganancias de peso y el desarrollo adecuado de distintas categorías bovinas. La invernada es un sistema de producción de corto plazo que se basa en dos grandes pilares:

- Eficiencia de producción
- Habilidad comercial

Si bien en todos los sistemas de producción de carne inciden estas dos variables, en la invernada es donde adquieren mayor relevancia. Eso se debe a que normalmente es un negocio de más corto plazo y, por lo tanto, la velocidad a que se producen los kilos de carne (eficiencia de producción) y la velocidad de rotación del capital (habilidad comercial), son las determinantes del negocio (Gómez Miller, 2004).

La expansión agrícola hacia las zonas tradicionalmente invernadoras, sumado a la situación comercial positiva para el mercado de la carne, condujeron a un desarrollo de la invernada en las zonas de ganadería extensiva. El área de Basalto presenta gran importancia a nivel productivo, económico y social, contando con el 23,2% de la superficie agrícola útil y el 38% del rodeo nacional, abarca unos cuatro millones de hectáreas, ubicadas principalmente en los departamentos de Artigas y Salto, y en menor medida en Tacuarembó, Paysandú, Río Negro y Durazno. Su principal recurso forrajero es el campo natural, representando el 95% del área, lo que les confiere determinadas características a los sistemas productivos, al proceso de engorde y a los productos de faena obtenidos. Estos sistemas de invernada sobre campo natural, se caracterizan por tener cargas animales bajas y edades de faena altas (Bartaburu, 2005; Montossi *et al.*, 2014).

### 2.4. LA INVERNADA DE VACAS

Actualmente existe escasa información experimental publicada referida al engorde intensivo de vacas de descarte. A nivel nacional se cuenta tan sólo con un antecedente llevado a cabo por Pigurina (1999). A nivel regional, los estudios se basan en sistemas de alimentación en pasturas y el agregado de suplemento (Restleet *al.*, 1998, Coppoet *al.*, 2003, Peralta, Feltes y Branda, 2013) e

internacionalmente, la mayor parte de los trabajos experimentales comparan diferentes edades y estados fisiológicos del animal a través de sistemas intensivos de engorde a corral (Matulis, Mckeith, Faulkner, Berger y George, 1987, Schnell, Belk, Tatum, Miller y Smith, 1997, Moura *et al.*, 2013).

No obstante, existen diversos estudios de engorde de novillos, los cuales han demostrado que el manejo eficiente de las pasturas y la suplementación conducen a obtener mayor calidad de la canal y la carne, incrementando la productividad de los sistemas ganaderos(Lagomarsino, Brito y Montossi, 2015).

El objetivo del engorde intensivo en praderas es diseñar un sistema que maximice el resultado económico, utilizando las categorías de mayor eficiencia biológica, obteniendo productos de mejor calidad en menor tiempo y, por lo tanto, mayor frecuencia de ingresos y mejores precios de venta. Algunas de las recomendaciones de Pérez, Cardozo y Aguirre,(2004)para estos sistemas de engorde intensivo en praderas son: comenzar con una buena base forrajera, realizar engordes en ciclos cortos, utilizar animales con bajo peso inicial y buen estado sanitario, y el uso de pastoreo en franjas para mayor aprovechamiento de las pasturas. De esta manera, las altas ganancias de peso aceleran el proceso de producción, permitiendo volver a utilizar la base forrajera para otro lote de vacas de engorde, u otras categorías o especies, en el período invierno-principios de primavera(Lagomarsino*et al.*, 2015).

Lagomarsino*et al.*, (2015)han demostrado que pastoreando verdeos de invierno con niveles de asignación de forraje del 4%, sin suplementación, se pueden lograr niveles de productividad similares que con niveles de alta carga con suplementación (2% NOF + 0,8% PV). Sin embargo, niveles del 2% de NOF sin suplementación resultan insuficientes para la terminación de vacas en engorde.Estos sistemas intensivos permiten obtener mayores ganancias de peso y, por lo tanto, mayor peso de faena y grado de terminación, alcanzando de esta manera los requerimientos de la industria frigorífica exportadora, obteniendo así mejores precios de venta para las vacas de descarte.Con estos sistemas de alimentación para vacas de engordesería posible obtener resultados de terneza, color de carne y grasa, capaces de satisfacer las demandas de los mercados más exigentes, con características comparables a las de los novillos producidos en sistemas similares.Dichos investigadores concluyeron que, mediante el uso eficiente de las pasturas de alta productividad y valor nutricional, y la incorporación de suplementación en sistemas pastoriles de alta carga, es posible obtener mejores ganancias de peso vivo y mejor calidad de carne de vacas de descarte, mejorando la performance de los sistemas de cría, en la región de Basalto.

Por el contrario, en los sistemas invernadores extensivos, el menor desempeño de las hembras en relación a los machos, para ganancia de peso, ha sido motivo de discriminación por parte de las industrias frigoríficas, en virtud del menor retorno económico (Crouse, Schanbacher, Cross, Seideman y Smith, 1987). El comportamiento de las hembras durante el estro, que se manifiesta cada 21 días, causa que disminuya la ganancia de peso y la conversión de los alimentos (O'Brien, Bloss y Nicks, 1968). Como consecuencia, muchas de las carcasas de hembras de invernada quedan limitadas al mercado interno. Otra opción de intensificación de la ganadería extensiva y semi-extensiva es la suplementación sobre pasturas

mejoradas de alta producción, lo cual resulta en aumentos de la productividad y de la calidad del producto final en la recría y engorde de novillos (Montossiet *al.*, 2014).

Con el fin de mejorar el peso y rendimiento de las hembras, se comenzaron a implementar tecnologías tales como la ovariectomía (Alves, Araujo y Sosa, 2005) y los dispositivos intrauterinos (Turin *et al.*, 1997), como algunas de las posibles herramientas.

## 2.5. OVARIECTOMÍA O CASTRACIÓN DE VACAS

Al castrar una vaca, además de evitar que se reproduzca, se suprimen los efectos de las hormonas gonadales sobre los demás sistemas del cuerpo, sobre todo el efecto anabólico de los estrógenos y la progesterona. Como resultado, las vacas permanecerán en anestro, es decir, sin ciclo estral ni comportamiento de celo (Alves *et al.*, 2005).

Algunos de los motivos que plantea Dutto (1981) para efectuar la castración de vacas son los siguientes: se logra una conducta más tranquila al alterar el metabolismo, ya que la atrofia de los ovarios conduce a la atrofia de la tiroides; la vaca castrada toma las características exteriores del novillo gordo como consecuencia de la supresión de las hormonas feminizantes, es decir, se masculiniza, y a su vez, cambia la distribución de la grasa, tendiendo a una intercalación intramuscular uniforme, lo que se traduce en menores pérdidas por abultamientos no aprovechables de grasa y mayor calidad de la carne debido al veteado de la misma, que aumenta su terneza. Todo esto conduce a que aumente el rendimiento de la res en el gancho entre un 8 a un 10%, en relación a las vacas gordas, con o sin gestación. Asimismo, también se logra una prolongación de la lactancia por un mínimo de dos años, logrando mayor precocidad en los terneros de última parición. Esto se debe a que la desaparición del ciclo ovárico determina que la hipófisis sea quien gobierne la producción láctea. Por último, se consigue evitar entores no deseados, interrumpir preñeces de hasta tres meses en vacas destinadas a la invernada, y eliminar elementos negativos del rodeo, castrando aquellos animales con algún defecto que se desee eliminar, tales como defectos de dentición, vista, ubres, aparato locomotor, infertilidad, etc., eliminándolos completamente del rodeo de cría. A su vez, brinda mayor facilidad de manejo, ya que posibilita colocar en el mismo potrero de invernada las vacas castradas junto con novillos y toros (Dutto, 1981).

No obstante, otros estudios (Bidart, Gómez y Skiadaresis, 1971; de Nava, Pance De Leon y Rodriguez, 1997) no encontraron diferencias significativas en cuanto a ganancia diaria, rendimiento y espesor de grasa entre vacas y vaquillonas castradas, contra vacas y vaquillonas sin castrar. Incluso concluyen que el resultado económico es menor en las vacas castradas, debido a que el nivel de producción es similar, pero adicionando el costo de la cirugía. De todos modos, dichos autores estuvieron de acuerdo en que la técnica puede arrojar resultados positivos si se evalúan los costos de infraestructura y mano de obra, en el caso de establecimientos invernadores de vacas y novillos. Meirelles, Bueno, Kozicki, Weiss y Segui, (2007) aseguran que la técnica es eficaz para la interrupción del celo, es de fácil aplicación

y de bajo costo, pudiendo ser aplicada para otras finalidades como las mencionadas previamente.

Dicho estudio de Meirelles *et al.*, (2007), realizó la ovariectomía en vaquillonas cruza entre razas británicas y cebuinas, en confinamiento. La ganancia media diaria (GMD) de peso al final del experimento fue mayor en el grupo control respecto al ovariectomizado. La baja ganancia de peso, fundamentalmente en los primeros días post ovariectomía, podría estar explicada por el dolor causado por la realización de esta técnica, manifestado por la disminución de la ingesta. A pesar de recuperar la ingestión y ganancia de peso a partir de la tercera semana de realizada la ovariectomía, no fue suficiente para igualar los resultados de los animales no castrados, a lo largo de los 56 días que duró el experimento.

Los mismos resultados fueron obtenidos por Carvalho, Marcon, Kozicki, Bueno y Molli Pereira da Costa, (2010) en vacas Nelore en confinamiento, las cuales presentaron menor ganancia de peso en relación al grupo control, en un periodo de 100 días, mientras que Chacur, Marin, Oba y Kronka, (2007), en un ensayo con vaquillonas cruza entre razas británicas y cebuinas, ovariectomizadas vía flanco, mantenidas en régimen de pastoreo los primeros 75 días, y luego 144 días más en confinamiento, hallaron que existió una mayor ganancia de peso en el régimen de pastoreo, y menor en confinamiento, respecto al grupo control. La mayor ganancia de peso a pasto, de las vaquillonas ovariectomizadas, puede estar relacionada con la reducción de la actividad física y la inquietud, debido a la ausencia de celo. En el confinamiento, las vaquillonas enteras obtuvieron mayor ganancia de peso, a pesar de los signos de celo; atribuyendo esto a la producción de factores hormonales, el suministro constante de ración y el menor desplazamiento en busca del alimento.

## 2.6. DISPOSITIVOS INTRAUTERINOS

Cuando se trata del engorde de hembras para faena, tanto el estrés causado por la presencia de hembras en celo, y todos los factores inherentes al ciclo estral, son factores no deseados, ya que podrían influir negativamente sobre la ganancia de peso. Es por este motivo que dichos sistemas de producción deben prever técnicas de manejo diferenciadas, tales como establecer estrategias para la supresión de la actividad ovárica (Bailey, Reid, Ringkob, Koh y Foote, 1991; Lynch *et al.*, 1997; da Silva *et al.*, 2005).

Con este objetivo fue que el Dr. Enrique Turin comenzó a experimentar con vacas a las que les colocaba un cuerpo extraño dentro del útero para simular el "Síndrome de útero ocupado", observando que las mismas no se preñaban y mejoraban la ganancia de peso. A partir de allí fue que desarrolló el dispositivo intrauterino, llamado DIUB de Turin (<https://diub.com.ar/#!/-bienvenido-2/>).

Los resultados del ensayo realizado por Turin *et al.*, (1997) indicaron que el DIU causó anestro en el 98% de las vaquillonas tratadas, y 100% de efectividad en prevenir la preñez. A su vez, los niveles de progesterona obtenidos por Turin *et al.*, (1997), fueron 4 a 5 veces menores respecto al grupo control, sugiriendo una falla en la ovulación o en la formación del cuerpo lúteo. Esto, sumado a la ausencia de estro, sugiere que la falla ovulatoria sería de carácter permanente. Asimismo, no hallaron

signos histológicos de reciente o inminente ovulación en los ovarios de las vaquillonas tratadas con DIU, incluso en aquellas que manifestaron periodos de celo erráticos. Por su parte, Corfman y Segal (1968) hallaron inflamación endometrial con leucocitos casi uniformemente adheridos al dispositivo.

Turin *et al.*, (1997) también hicieron muestreos hormonales, los cuales demostraron que el DIU indujo severos disturbios en ambas funciones del ovario: esteroidogénica y gametogénica. Por otra parte, lograron una ganancia diaria de peso 25,5% mayor en las vaquillonas tratadas respecto al grupo control, especialmente entre los días 61 y 120 del tratamiento. Este aumento de la tasa de ganancia de peso diario estaría explicado por el hiperandrogenismo inducido por el DIU, ya que hallaron un aumento en la testosterona plasmática de 4 a 8 veces mayor que en el grupo control. Este aumento del crecimiento fue evidenciable a partir del segundo mes del tratamiento, momento en el que el hiperandrogenismo parece haberse desarrollado completamente.

Dichos investigadores concluyeron que la introducción de un DIU de cobre en cada cuerno uterino de vaquillonas nulíparas causó anestro con hiperandrogenismo fisiológico, aumento de la ganancia de peso diario y proporcionó eficiencia anticonceptiva. La utilización del DIU posibilita la manipulación del ciclo estral y la tasa de crecimiento de las vaquillonas, facilitando el manejo del rodeo y, por lo tanto, aumentando la producción de carne.

Contrariamente a esto, los resultados descritos por da Silva *et al.*, (2005) no mostraron alteración de la función ovárica, ya que observaron ciclicidad y receptividad al macho en la mayoría de los animales tratados con el mismo DIU. En concordancia con esto, durante los exámenes post mortem, hallaron cuerpos lúteos en los ovarios de la mayoría de los animales tratados. Por otra parte, tampoco se observó incremento en la ganancia de peso en relación al grupo control, teniendo en cuenta que trabajaron con vaquillonas Nelore (*Bos indicus*). La aplicación del dispositivo tampoco alteró el rendimiento de la carcasa, ni aumentó la masa muscular, como sería esperable si hubiera habido algún aumento de los niveles séricos de testosterona, como describen Turin *et al.*, (1997). Incluso, da Silva *et al.*, (2005), hallaron que hubo una disminución a lo largo del periodo experimental, posiblemente por el hecho de que las vaquillonas alcanzaron la madurez sexual, concluyendo en que la utilización del DIU no tiene resultados positivos en cuanto a la ganancia de peso vivo, rendimiento y peso de carcasa, ni tampoco en cuanto a la supresión de celo de vaquillonas de raza Nelore.

## 2.7. CASTRACIÓN DE DUTTOVs DIUB DE TURIN

A modo de resumen, en el siguiente cuadro (Cuadro 1) se describen las principales diferencias entre ambas tecnologías descritas previamente, la ovariectomía y el dispositivo intrauterino.

**Cuadro 1.** Cuadro comparativo entre la castración de Dutto y el dispositivo intrauterino (DIUB) de Turin.

	<b>Castración de Dutto</b>	<b>DIUB de Turin</b>
<b>Riesgo de muerte</b>	Existe	Nulo
<b>Disminución de peso post aplicación</b>	Elevado	Nulo
<b>Tiempo de realización</b>	Moderado	Bajo
<b>Uso de antibióticos</b>	Si	No
<b>Costo</b>	Medio	Bajo
<b>Miasis</b>	Moderado	Nulo
<b>Tratamiento</b>	Quirúrgico	No quirúrgico
<b>Aplicación durante tacto rectal</b>	No viable	Viable

([www.diub.com.ar](http://www.diub.com.ar), consultada 22/03/2018).

Grassi y Müller (1991) estudiaron la ganancia de peso en vacas Charolais y Aberdeen Angus entre 7 y 11 años de edad con diferente estado fisiológico durante su terminación sobre campo natural, determinando que las vacas preñadas presentan mayor ganancia diaria (428g/a/d) que las vacas vacías (307g/a/d), castradas quirúrgicamente (CQ; 270g/a/d) o con dispositivo intrauterino (DIU; 276g/a/d). Orquera, Pochon, Flores, Konrad y Crudeli, (2011) observaron que las vacas con DIU presentaron ganancias superiores (908g/a/d) a las sin castrar y con CQ (605 y 675g/a/d, respectivamente).

## 2.8. FACTORES QUE AFECTAN LA CALIDAD DE LA CANAL

La canal se define como el cuerpo del animal sacrificado, sangrado, desollado, eviscerado, sin cabeza ni extremidades. Es el producto primario, un paso intermedio en la producción de carne. Su contenido es variable y su calidad depende fundamentalmente de sus proporciones relativas en términos de hueso, músculo y grasa (INAC, 2012).

La calidad de la canal está determinada por características objetivas y medibles que son: 1) mínima proporción de hueso, 2) masa muscular de morfología adecuada (en regiones anatómicas de mayor valor comercial), 3) estado de madurez y distribución del tejido conjuntivo suficiente para sostener las estructuras musculares y mínima para dar una adecuada terneza y jugosidad, 4) estado de engrasamiento suficiente para una buena conservación, transporte y propiedades sensoriales óptimas, 5) alto rendimiento al despiece y 6) sabor apropiado según el consumidor (Espejo *et al.*, 2000).

Las características que determinan dicha calidad presentan una amplia variabilidad y son los resultados de la interacción de un elevado número de factores tanto intrínsecos, tales como la raza, el peso, el sexo y la edad, como extrínsecos, como la alimentación, que contribuyen a definir el valor comercial del animal. Dentro de los factores mencionados anteriormente, diferentes autores afirman que la raza es uno de los que tiene mayor impacto en las características de la canal (Sañudo, Sánchez y Alfonso, 1998). A su vez, se evidencia una importante variabilidad dentro de las razas sobre la calidad de la canal y de la carne (Marshall, 1999).

La calidad de la canal determina uno de los factores de mayor relevancia desde el punto de vista económico, tanto para el productor como para la industria. Los diferentes mercados y acuerdos en los sistemas de pago que se utilizan determinan el impacto económico. El peso de faena y el grado de terminación, son criterios utilizados por la industria, para la determinación de compra de haciendas al sector productivo, dado que estos van a determinar el peso de canal, como también los pesos mínimos de los cortes más valiosos que requieren los diferentes mercados de exportación (Franco, Feed, Jimeno, Aguilar y Avendaño, 2002).

**Cuadro 2.** Influencia de los distintos factores en la calidad de la canal y la carne.

	CALIDAD DE LA CANAL					CALIDAD DE LA CARNE	
	Rendimiento	Peso	Conformación	Engrasamiento	Capacidad de retención de agua	Color	Terneza
Raza	**	* * * ****		****	*	**	*
Sexo	**	* * *		****	0	*	*
Edad	***	* * * **		*****	**	***	***
Alimentación	**	* *		***	*	*	**

Influencia: 0 = nulo; \* = poca; \*\* = moderada; \*\*\* = bastante; \*\*\*\* = mucha; \*\*\*\*\* = fundamental  
Adaptado de Sañudo, (1998) citado por Franco *et al.*, (2002)

## 2.8.1. FACTORES INTRÍNSECOS

### Tipo racial

La raza es uno de los factores que puede modificar tanto la composición de la canal como la calidad de la carne.

La información que se presenta a continuación se extrajo del Proyecto de Evaluación de Cruzamientos en Bovinos de carne, llevado a cabo en el marco del convenio Caja Nacional – Facultad de Agronomía (Franco *et al.*, 2002). En términos generales, el principal efecto de la utilización de cruzamientos en el sistema de producción ocurre sobre aspectos productivos: ganancia de peso diaria, peso y edad de faena, grado de terminación, entre otros. No obstante, no ocurre lo mismo en aspectos vinculados a la calidad de la carne. Cuando se hace referencia a la misma, aparecen

características que tienen importancia económica tanto para el sector productivo como para la industria: el peso de la canal caliente (por su relación con el peso de los cortes comerciales), el rendimiento de la canal, y los niveles de engrasamiento (que van a condicionar el rendimiento al desosado, el destino final del corte, y por tanto su valor comercial) (Franco y Feed, 2004).

Los autores mencionados anteriormente evaluaron el efecto de cruzamientos raciales en características de calidad de la canal. En dicho estudio se utilizaron novillos Hereford puros, y cruza con las razas Nelore, Salers y Aberdeen Angus. Los mismos concluyeron que, a igual edad, animales cruza Salers y Nelore presentan mayor peso vivo y de canal que novillos Hereford puros. Sin embargo, al utilizar animales cruza Aberdeen Angus no se observaron diferencias en peso vivo a la faena, pero sí presentaron mayor peso de canal como consecuencia de un mayor rendimiento.

Además de las características analizadas anteriormente, también se evaluó el rendimiento al desosado del corte pistola. Conocer la composición regional de la canal, tiene importancia desde el punto de vista económico, principalmente para la industria, ya que los distintos cortes mantienen una relación diferencial de precios. En el "corte pistola" se encuentran los cortes de mayor valor comercial, y dentro de éstos los pertenecientes al llamado "Rump and Loin" (bife, cuadril y lomo). La comercialización de estos cortes se realiza como carne desosada, por lo que es importante cuantificar la relación pistola/canal y el rendimiento cárnico del "corte pistola" (Franco *et al.*, 2002). En este sentido, Franco y Feed (2004) concluyeron que a pesar de que los novillos cruza, particularmente los Salers y Nelore, tuvieron un mayor porcentaje de músculo que los animales Hereford puros, presentando los novillos cruza Aberdeen Angus valores intermedios, no se registraron diferencias en el porcentaje de cortes valiosos del trasero entre ninguno de los genotipos evaluados.

Franco *et al.*, (2002) describen, en un ensayo similar al anterior, pero utilizando hembras puras y cruza, que la raza Hereford y la cruza con Aberdeen Angus, alcanzaron los menores pesos, no diferenciándose entre ellos. Las cruza con Salers lograron los mayores pesos de faena, mientras que las cruza con Nelore obtuvieron valores intermedios. Estas diferencias radican en que las razas Nelore y Salers son de madurez tardía con relación a las razas británicas analizadas, por lo que tienden a presentar pesos de faena y pesos de canal superiores cuando utilizamos el mismo grado de terminación como criterio de faena.

En general, las razas de madurez tardía tienen un menor porcentaje de grasa en la canal y mayores proporciones de músculo y hueso, por lo cual es necesario llevarlas a mayores pesos de faena, para alcanzar el mismo grado de terminación que otras razas (Gregory, 1982).

De acuerdo a los sistemas de pago que se aplican en cada país, altos rendimientos pueden incrementar el retorno económico del productor. En Uruguay existen distintos sistemas de pago, el más común es el pago por peso de la canal caliente donde se determina el peso de cada una de las dos medias canales que surgen de cada animal, al finalizar el proceso de faena. Dicho peso es el que manejan para el

pago del ganado la mayoría de los frigoríficos, eliminando de la transacción comercial el llenado del tracto digestivo, los fetos y todo aquello que es retirado en la operativa del dressing, según lo establecido en el Decreto 310/016 del Poder Ejecutivo del 26 de Setiembre de 2016 (INAC). El rendimiento de la canal surge del cociente entre el peso de la canal caliente (peso registrado al momento de finalizar la faena), y el peso vivo en pie previo a la faena, multiplicado por 100. No debe tomarse nunca como determinante por sí solo de la calidad ni de la eficiencia carnicera. Hay muchos factores que inciden: alimentación, tiempo de ayuno, época del año, categoría, estado fisiológico, manejo en el frigorífico, entre otros. Este parámetro debe analizarse en conjunto con la categoría y la edad (Robaina, 2012).

### **Sexo y edad**

El sexo del animal es uno de los factores que afectan en gran medida ciertas características de la calidad de la canal y de la carne. Puede suceder que entre dos bovinos pertenecientes a la misma raza y de edad similar, pero de distinto sexo, el macho presente una carne más magra que la hembra, ya que estas poseen mayor capacidad de deposición de grasa y menor desarrollo de masa muscular. Es por este motivo que, a una misma edad, la carne proveniente de las hembras tiende a poseer mayor ternura y capacidad de retención de agua que la de los machos (Camacho, 2008).

El sexo y la edad generan diferencias en el desarrollo de los tejidos, principalmente del tejido adiposo, cuya deposición se genera con mayor precocidad en hembras, le siguen a éstas los machos castrados, ocupando el último lugar los machos enteros (Ruiz de Huidobro, Miguel, Banega y Blazquez, 2003; Ávilez, 2006). El aumento de la edad genera mayor engrasamiento, principalmente de grasa subcutánea (Berg y Butterfield, 1976).

En una evaluación de las canales de novillos en crecimiento y de vacas adultas, de raza Hereford, en confinamiento, Nunes Vaz *et al.*, (2002) observaron que las vacas fueron quienes presentaron mayor peso de faena (475,6 vs. 426,7kg), sin diferencias significativas en el peso de la canal (209,7kg en novillos y 221,7kg en vacas), y con mayores rendimientos en los novillos (49,1%) que en las vacas (46,6%). El área de ojo de bife (AOB) fue mayor en novillos (54,5cm<sup>2</sup>) que en vacas (48,7cm<sup>2</sup>), y el espesor de grasa subcutánea (EGS) no presentó diferencias significativas entre ambas categorías (5,5mm en promedio).

En el siguiente cuadro (Cuadro 3) se presenta un resumen de dos estudios realizados con vacas de descarte, con el objetivo de evaluar el efecto de la edad sobre las características de la canal.

**Cuadro 3.** Efecto de la edad en vacas de descarte sobre características de la canal.

Autor	Edad	Peso Vivo final (kg)	GMD (gr/a/día)	PC (kg)	Rendimiento carnicero (%)	AOB (cm <sup>2</sup> )	EGS (mm)
Restleet <i>al.</i> , (2000) y Restleet <i>al.</i> , (2001a)	3 años	416 b	1608	202 b	48,6		2,22 b
	4 y 5 años	436 ab	1354	210 ab	48,1		2,47ab
	6 y 8 años	453 a	1439	220 a	48,7		3,59 a
	12 años	434 ab	1333	211 ab	48,7		3,69 a
Galli <i>et al.</i> , (2008)	3 años	422 b	575		52	64	8,2
	4 y 5 años	462 ab	581		51	58	11
	6 y 8 años	503 a	580		47	58	9,86
	12 años	486 ab	367		47	64	6,33

Nota: GMD (gr/a/día): ganancia media diaria; gramos por animal por día; PC: peso canal; AOB: área ojo de bife; EGS: espesor de grasa subcutánea. Letras diferentes a, b y c entre columnas son significativamente distintas (P<0,05).

Extraído y modificado de Lagomarsino, (2019).

Se puede observar que a medida que aumenta la edad de faena de los animales, el rendimiento puede disminuir hasta 5 puntos porcentuales (Galli *et al.*, 2008), sin haber mayores diferencias en el peso de canal caliente ni en la GMD. Sin embargo, según las condiciones nutricionales que generan GMD mayores a 1 kilo, repercuten en obtener rendimientos similares (Restleet *al.*, 2000; Restleet *al.*, 2001a). A su vez, el EGS se observa que es muy variable, pero hay una asociación entre el mayor peso vivo final y mayor EGS.

## 2.8.2. FACTORES EXTRÍNSECOS

### Alimentación

El tipo de alimentación es otro de los factores que influye sobre el desempeño productivo del animal, fijando los límites biológicos y condicionando el tamaño y grado de terminación de los animales de engorde. La cantidad y calidad del forraje afectan la tasa y la composición de la ganancia del peso vivo, teniendo su principal efecto en la relación grasa/proteína. A mayor tasa de ganancia, mayor cantidad de grasa retenida (Di Marco, 1993).

La información publicada por Lagomarsino *et al.* (2015) se realizó comparando pastoreo de verdes de invierno con niveles de asignación de forraje del 4%, con y sin suplementación. También existe información generada por el INIA (Montossiet *al.*, 2014) utilizando pasturas sembradas. De esta manera parece importante conocer también la situación de engorde de vacas sobre campo natural, manteniendo niveles de oferta de forraje similares.

Dietas con altos niveles energéticos y proteicos tienden a generar canales con mayor peso y mayores rendimientos, los cuales son directamente proporcionales al porcentaje de distribución de grasa corporal. Es así, como animales de una misma raza, sexo y edad, alimentados bajo este tipo de dietas, tienen una mayor velocidad de crecimiento, mayor peso de canal, mayor veteado y marmóreo, y por ende carne más tierna, al ser comparadas con dietas de bajo contenido energético (Camacho, 2008). A su vez, el tipo de dieta y la especie forrajera afectan factores de calidad como ser el color de la grasa y el músculo, el sabor y el aroma (Asenjo, Miguel, Ciria y Calvo, 2005).

El aumento en la disponibilidad de forraje lleva a aumentos en el consumo y a selecciones de especies de mayor calidad (Risso 1981, Poppi, Hughes y L'Hullier, 1987, Pearson e Ison, citados por Carámbula, 1996, Montossi, Pigurina, Santa Marina y Berreta, 2000), obteniéndose ganancias de peso superiores (Risso y Zarza, 1981). El desempeño productivo mejora al aumentar la oferta de forraje en un rango de 500 a 2500 kgMS/ha, y al aumentar la proporción de materia verde en la pastura (Smith *et al.*, citados por Carámbula, 1996), llegando a máximos consumos con ofertas entre 2250 y 2500 kgMS/ha, con una altura del forraje entre 10 y 15 cm (Rovira, 1996).

Otro estudio realizado por Coppo *et al.*, (2002) con vacas de descarte cruza entre razas índicas y británicas, pastoreando campo natural a una carga de 0,6 animales/ha, demostró que el agregado de suplemento energético en la dieta generó mayores ganancias diarias que la alimentación exclusivamente pastoril. Las ganancias obtenidas en vacas en pastoreo estuvieron entre 0,098 y 0,304 kg/a/d, mientras que en vacas suplementadas estuvieron entre 0,352 y 0,492 kg/a/d.

El tiempo de alimentación requerido para alcanzar una correcta terminación y engorde puede ser estimado a través de la determinación de la composición de la canal in vivo por ultrasonografía (AOB y EGS o P8), existiendo buenas correlaciones entre las mediciones in vivo y post mortem (Brito y Pringle, 2001). El AOB es un buen estimador de la composición de la canal, con significativa predicción de la proporción de músculo en los cortes del trasero (de los Campos *et al.*, 2002). El espesor de grasa subcutánea es la profundidad del tejido graso sobre el área de ojo de bife (*Longissimusdorsi*) a la 10a o 12a costilla. EGS o P8 permiten evaluar diferentes grados de terminaciones entre animales de peso similar (Brito y Pringle, 2001). Diversos estudios han demostrado que terminaciones en base a grano o con suplementación obtienen mayor AOB y mayor engrasamiento (Cuadro 4).

**Cuadro 4.** Efecto del sistema de alimentación sobre diferentes parámetros de calidad de la canal de novillos.

Fuente	Características	AOB (cm <sup>2</sup> )	EGS (mm)	PCC (kg)
Gil y Huertas (2001)	Pasturas	55,3	13,6	249
	Corral	61,3	8,2	268

Realini <i>et al.</i> , (2004)	Pasturas	55,2	226
	Pasturas+ concentrado	62,9	240

Nota: AOB: área de ojo de bife. EGS: espesor de grasa subcutánea. PCC: Peso de canal caliente.

La suplementación de animales alimentados con pasturas sembradas ha tenido una creciente adopción en nuestros sistemas de producción de carne. En un experimento realizado en la EEMAC por Franco y Feed (2003), se estudió el efecto de la suplementación y del tipo de procesamiento del grano sobre la performance productiva y los principales parámetros de calidad de la canal de novillos Hereford pastoreando raigrás natural. El peso de la canal caliente se vio afectado únicamente por la suplementación, no evidenciándose ningún efecto de la asignación de forraje ni de la interacción entre ambas, razón por la cual los animales suplementados mostraron mayor peso de canal, independientemente de la asignación de forraje utilizada. La suplementación afectó el rendimiento de la canal, únicamente en los animales tratados con baja asignación de forraje, independientemente del tipo de procesamiento del grano. Los valores de pH no mostraron diferencias significativas. Si bien las dietas podrían generar diferencias en la concentración de glucógeno, el manejo diario de los animales favorece su acostumbramiento frente a las situaciones estresantes, lo que minimiza la movilización de glucógeno pre faena.

### Manejo pre faena

Las medidas de manejo pre faena condicionan la aparición de cortes oscuros. Las auditorías de calidad de carne en Uruguay muestran que durante el año 2003 el 22,7% del total de las carnes evaluadas presentaron valores de pH superiores a 5,8, mientras que en 2008 y 2013 fue el 14,7 y 18%, respectivamente. En vacas y vaquillonas durante el 2013 los valores encontrados por encima del valor adecuado de pH fueron de 16,3 y 7% para cada categoría (Correa y Brito, 2017). Se han realizado relevamientos en Uruguay sobre tropas remitidas a faena, donde se identificó que los principales factores que condicionan la incidencia de cortes oscuros son los prolongados tiempos de espera en frigorífico y el tipo de alimentación que reciben los animales en su etapa de engorde y terminación (Carduz, 1996; Soares de Lima y Xavier, 1997).

Un experimento realizado por Franco y Feed(2004) reveló que el tiempo de transporte (1,5 horas y 5 horas) no tuvo efectos relevantes en ninguna de las características de la canal evaluadas (peso vivo en planta, pérdida de peso, peso de canal caliente, pérdida por frío, pH a las 24 hs, capacidad de retención de agua, fuerza de corte, y pérdidas por cocinado). En cambio, el tiempo de espera en planta, sí afectó el peso de canal caliente, con una disminución de 5 kilos cuando el periodo de espera fue mayor a 4 horas (16 y 40 horas). Las pérdidas por frío también se vieron influenciadas por el tiempo de espera en planta, resultando mayores en el periodo de espera corto. El pH mostró una leve tendencia al aumento, conforme aumenta el tiempo de espera.

## 2.9. SISTEMA DE CLASIFICACIÓN Y TIPIFICACIÓN DE CARNE VACUNA

El sistema de clasificación y tipificación tiene como objetivo clasificar las canales en distintas categorías según sus características, utilizando criterios objetivos, asociados al grado de conformación (muscularidad) y terminación (cobertura de grasa). Se identifican las distintas conformaciones con las letras I, N, A, C, U, R; y las terminaciones con cinco grados: 0, 1, 2, 3, 4 (INAC, 2020).

A partir del 2016 se implementó el Sistema Automatizado de Tipificación (SAT). Es un sistema que utiliza equipos con tecnología de análisis de video-imagen para determinar de forma automática las características de las canales, siguiendo los criterios del Sistema Oficial de Clasificación y Tipificación de Carne Vacuna, el cual se está implementando en las plantas frigoríficas del Uruguay de acuerdo a lo estipulado por el decreto 310/016.

## 2.10 MEDICIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL

Las mediciones objetivas de las características de la canal se realizan en la media canal izquierda, el día del sacrificio. Las medidas que se toman son las siguientes:

- 1-Longitud total de la canal
- 2-Profundidad interna del pecho
- 3-Longitud de la pierna
- 4-Espesor máximo de la pierna
- 5-Perímetro máximo de la pierna

A su vez, se registra el peso vivo, peso de canal fría y caliente, y edad cronológica o grado de madurez.

Otras de las medidas objetivas de la canal a mencionar son: el grado de engrasamiento, obtenido a través del Espesor de Grasa Subcutánea (EGS) a nivel del Área de Ojo de Bife (AOB) y en el punto P8 (cuadril); la composición regional del corte pistola, el rendimiento al desosado y el porcentaje de cortes vendibles (García-Torres *et al.*, 2005).

## 2.11 CONFORMACIÓN

Es una de las variables utilizadas para la evaluación de la canal, que indica la distribución y proporción de músculo y hueso que tiene el animal. Dicha variable es un elemento importante a la hora de darle un valor comercial a la canal (García-Torres *et al.*, 2005). La misma puede ser evaluada de forma objetiva, a través de las estructuras de la canal, o subjetiva, por apreciación visual de la morfología de la res (Feed, 2010).

Para realizar la evaluación objetiva, se deben tomar las siguientes medidas morfológicas de la canal: profundidad del pecho, longitud de la canal, ancho de la pierna, largo de la pierna y perímetro de la pierna. Estas medidas se deben tomar luego de la faena, en las medias reces colgadas del tendón calcáneo (Feed, 2010).

No obstante, en Uruguay la comercialización de la canal se realiza en base a parámetros subjetivos que se expresan en una escala de conformación para bovinos, disponible en la página web de INAC (INAC, 2004). Cada productor puede acceder a la información de su tropa faenada a través del Sistema de Control Electrónico de Faena de Bovinos llamado "Sistema Cajas Negras". Este sistema también aporta información sobre la clasificación y tipificación de cada media res, con una etiqueta donde se detalla el correlativo de faena, número de tropa, día de faena y peso de la media res. Esta información es parte de la trazabilidad de cada animal faenado (Feed, 2010).

Para la evaluación de los bovinos, el sistema nacional de clasificación y tipificación se basa en tres criterios:

- Categoría, que divide a los animales por edad y por sexo.
- Conformación, que utiliza la sigla INACUR.
- Grado de terminación, que va de cero a cuatro puntos de engrasamiento de la canal (Feed, 2010).

## 2.12 ENGRASAMIENTO

El grado de engrasamiento de la canal es uno de los parámetros de gran importancia, especialmente durante el proceso de faena y producción. En Uruguay se utiliza un sistema subjetivo de evaluación de las canales instaurado por el INAC, pudiéndose utilizar conjuntamente con el grado de conformación para fijar el precio a pagar al productor (INAC, 2004).

Una de las maneras objetivas de medir el grado de engrasamiento en el animal vivo es por ultrasonografía, la cual es capaz de medir la grasa intramuscular y de cobertura. Es una técnica no invasiva, basada en la emisión de ondas sonoras no audibles. A través de esta técnica se pueden extraer diversas medidas, tales como el AOB (músculo *Longissimusdorsi*), marmóreo de dicho músculo a nivel de la 10<sup>a</sup> costilla y espesor de grasa subcutánea en igual lugar y en el punto P8. Dichas medidas conforman algunos de los elementos para estimar rendimiento y peso, y calcular el precio final (Dean, 2006).

El AOB es un parámetro objetivo de evaluación de las canales, que corresponde al área de la sección transversal del músculo *Longissimusdorsi*, y se mide siguiendo el contorno del músculo a la altura del 10<sup>o</sup> espacio intercostal. El AOB, utilizado en conjunto con otros parámetros, es un elemento de importancia en la evaluación de las características carniceras de una canal, ya que tiene alta correlación con el rendimiento de los cortes finales. El EGS entre la 10<sup>a</sup> y 13<sup>a</sup> costilla se realiza con una regla milimetrada o con un calibre, midiendo directamente el espesor de la grasa subcutánea, procurando medir hasta la aponeurosis del *Longissimusdorsi*, sin incluir parte de la grasa intermuscular. Se recomienda medir en dos partes, a la mitad del eje mayor de dicho músculo, y a tres cuartos desde su borde interno (Feed, 2010). La medición del espesor de grasa en el punto P8 se realiza en el sitio localizado en la intersección de dos líneas, una que va desde la tuberosidad dorsal del tubérculo tripartito del isquion, paralela al eje espinal, y otra que parte de la cresta de la apófisis espinosa de la tercera vertebra sacra, perpendicular a la línea anterior (Johnson, 1987).

## 2.13 CALIDAD INSTRUMENTAL DE LA CARNE

### 2.13.1 TERNEZA

Por terneza nos referimos a la dificultad o facilidad con la que se puede cortar o masticar un trozo de carne. Según Szczenesniak (1968), la terneza es una manifestación sensorial de la estructura de un alimento, y la forma de reaccionar de la estructura del alimento a la aplicación de fuerzas. Para su determinación, existen métodos de medición objetiva y subjetiva. Los métodos objetivos miden la misma forma cuantitativa, siendo el método más usado a nivel mundial la cizalla Warner-Bratzler. Este es un método directo que mide la fuerza de corte de la carne en kilogramos de fuerza, representando menor terneza cuanto a mayor sea el valor de fuerza de corte. Los métodos subjetivos para determinar esta característica se basan en la evaluación de la misma por parte de un panel sensorial de catadores o consumidores (Peluffo y Monteiro, 2002).

El método Warner-Bratzler mide la fuerza de corte expresada en kilogramos de fuerza que aplica la cizalla a un trozo de carne de 1,27 cm de diámetro, extraído con un sacabocado, respetando las fibras musculares, las cuales deben ser paralelas a lo largo del mismo.

La terneza es un atributo donde intervienen distintos factores, entre ellos el contenido y tipo de fibra en el músculo, cantidad, tipo y disposición de tejido conectivo, cantidad y composición del tejido adiposo, y las condiciones previas al momento de la faena (Blanco y Alonso, 2008). Se encuentra afectada principalmente por los procesos ocurridos luego de la faena: descenso de pH, tasa de enfriamiento, periodo de maduración de la carne, envasado, manejo y preparación del producto para ser consumido. A su vez, la raza, sexo y edad, también influyen y determinan los valores finales de terneza (Lawrie, 1998; Franco y Feed, 2004).

La terneza, junto con el sabor y la jugosidad forman parte de la calidad sensorial de la carne, y determinan las variaciones en la palatabilidad de la carne al momento de degustación por parte del consumidor. Muchos investigadores y agentes vinculados a la cadena cárnica están de acuerdo en que la terneza es una de las características más importantes para la aceptación del producto (Peluffo y Monteiro, 2002).

Se denomina proceso de maduración de la carne vacuna al proceso progresivo de ruptura de proteínas mediante la acción continua de los sistemas enzimáticos que actúan dentro del músculo después de suceder el rigor mortis. Durante este proceso ocurre una combinación de transformaciones en el músculo del animal faenado, proporcionándole a la carne las características de sabor, color, textura y terneza. Se produce la ruptura de las fibras musculares debido a la degradación de proteínas del sarcómero, que llevan a un aumento de la terneza (Aaslyng, 2009; Xionget *al.*, 2007; Feed, 2010).

Se realiza una primera etapa de maduración en la planta de faena, durante un mínimo de 36 hs en cámara de frío. Luego del desosado, los cortes de carne por separado pueden continuar con el proceso de maduración en seco, lo que se conoce

como (dryagedbeef),o en húmedo, envasado al vacío (wetagedbeef) (<https://www.palancacarnissers.com/la-maduracion-de-la-carne/>).

En un estudio realizado en novillos por Realini, Duckett, Brito, Dalla Rizza y De Mattos,(2004), el efecto de la maduración fue mayor en carnes provenientes de animales alimentados únicamente con pasturas, respecto a los animales terminados con concentrado, a los 7 y 14 días de maduración, resultando en una menor fuerza de corte y, por lo tanto, mayor terneza.

El tipo de fibras de colágeno y la cantidad de las mismas también tienen gran incidencia sobre la terneza final del producto, relacionado principalmente con la edad, la raza y el desarrollo. Aquellos animales de mayor edad y/o criados en sistemas pastoriles tienen mayor contenido de colágeno en el músculo y menor terneza que animales faenados a edades más tempranas y criados en confinamiento (Blanco y Alonso, 2008). La terneza disminuye al aumentar la edad, explicado en parte por una menor solubilidad del colágeno, que es una proteína que forma parte del tejido conjuntivo que envuelve las fibras musculares (Peluffo y Monteiro, 2002).La calpastatina es la enzima responsable de la terneza post-mortem y, a su vez, es inhibidora de las calpaínas, responsables de la proteólisis post-mortem del músculo (Motter, Corva, Krause, Pérez Cenci y Soria, 2009).

El sexo es otro factor que influye en la terneza de la carne. La carne de machos enteros tiende a ser más dura que la de machos castrados, mientras que en las hembras la carne tiende a ser más tierna dado que poseen mayor capacidad de deposición de grasa intramuscular (Camacho, 2008).

Existen otros factores, los cuales se pueden clasificar para su estudio en pre-faena (estrés, calor, tipo y duración del transporte) y post faena (temperatura y tiempo de almacenamiento o maduración)(Aaslyng, 2009;Xionget *al.*, 2007;Feed, 2010).

El mejoramiento genético del animal, a través de la selección y cruzamiento de razas, es otro de los factores que intervienen en la terneza final de la carne (IPCVA, 2014).Franco *et al.*,(2002), hallaron que la fuerza de corte es mayor en los animales con mayor proporción de sangre índica. Esto es causado por una menor proteólisis y mayor nivel de calpastatinas, que determinan un menor efecto de la maduración. Esto coincide con lo encontrado por Marsll, citado por Soria y Corva (2004), quienes determinaron que las razas continentales logran una carne ligeramente más dura que las británicas, con menor contenido de grasa intramuscular.

Según los resultados obtenidos por Field *et al.*, citados por Ruíz de Huidobro *et al.*, (2003) las vaquillonas obtienen menor fuerza de corte, por lo tanto, mayor terneza, que los toros, disminuyendo estas diferencias a los 21 días de maduración.

En el siguiente cuadro (Cuadro 5) se resumen estudios de investigación en vacas de descarte, a las cuales se les aplicaron diferentes tratamientos (estado fisiológico, edad, días de engorde y biotipo). Dentro de cada estudio, ninguno de estos tratamientos generó diferencias estadísticamente significativas en los valores de fuerza de corte como estimador de la terneza al día 0.Por lo tanto no se esperaría

encontrar efectos de las técnicas de castración o dispositivos intrauterinos sobre este parámetro.

**Cuadro 5.** Efecto de diversos tratamientos (estado fisiológico, edad, días de engorde y biotipo) sobre la fuerza de corte de vacas de descarte.

Autor	Características	Tratamientos	Terneza
Grassi y Müller, 1991	Vacas Charolais y Angus de 7-11 años, terminadas a campo natural durante un periodo de 185 días de engorde	Vacías	8,1
		Preñadas	7,7
		Castradas quirúrgicamente	7,5
		DIU	7,4
Galli <i>et al.</i> , 2008	Vacas Hereford sobre una pradera de Festuca y Alfalfa durante 140 días de engorde	3 años	5,1
		4 y 5 años	5,8
		6 y 8 años	5,4
		12 años	4,7
Malterre <i>et al.</i> , 1989	Vacas Limousin a corral (días de engorde)	79 días	3,0
		123 días	4,2
Restle <i>et al.</i> , 2003	Vacas Charolais (C) y sus cruzas con Nelore (N). Engorde a Corral por 80 días	Charolais (C)	5,9
		$\frac{3}{4}$ C + $\frac{1}{4}$ Nelore (N)	5,7
		$\frac{1}{2}$ C + $\frac{1}{2}$ N	5,7

Fuente: extraído de Lagomarsino (2019).

### 2.13.2 pH

El valor del pH muscular durante la transformación de músculo en carne, y su valor final, afecta determinados parámetros relacionados con la calidad de la carne, como son el color, la capacidad de retención de agua y la textura. En el músculo (*Longissimusdorsi*) de un animal sin estresar y bien alimentado, el valor de pH generalmente cae de 7,2 a 5,5 (Warris, 2001). A partir del rigor mortis hasta el almacenamiento y consumo de la carne ocurre el proceso de maduración, el cual está influenciado por la edad, el sexo y las condiciones de almacenamiento de la carne (Moliner *et al.*, 2005).

Con valores de pH mayores a 5,8 se ve afectada la calidad de la carne por el crecimiento microbiano, alterando el sabor, color y terneza (Santini *et al.*, 2003). Valores de pH elevados, luego de 24 hs de faenados, se corresponden con la aparición de cortes oscuros o DFD (dark, firm and dry – oscuro, firme y seco) que es percibido por los consumidores como carne no fresca, proveniente de animales viejos y asociado con menor terneza (Warris, 2001). La aparición de cortes oscuros es un fenómeno multifactorial, y dentro de los factores más importantes se encuentran: el tipo de dieta, peso, conformación y engrasamiento de la canal, mezcla de animales, sexo y categoría, tipo genético, clima, época del año, transporte y densidad de carga, tiempo de espera pre-faena y pérdida de peso (Feed, 2010). A medida que desciende el pH y se agotan las reservas de ATP, se establece el proceso denominado rigor mortis, formándose de manera reversible el complejo actina-miosina (el músculo se hace inextensible). En los bovinos, el período en que

se desarrolla el rigor mortis dura aproximadamente 24 a 48 hs, dependiendo de la velocidad de enfriamiento y factores como la raza, alimentación y los manejos pre y post faena (Sorkeim y Hildrum, 2002).

Cuando se faena un animal, cesa el aporte sanguíneo de oxígeno y nutrientes al músculo y se comienzan a utilizar las reservas de energía para la síntesis de ATP, y así mantener la temperatura e integridad estructural. Conforme se reducen los niveles de ATP, se forma fosfato inorgánico, que estimula la degradación de glucógeno a ácido láctico a través de la glucólisis anaeróbica (Lawrie, 1998).

La variación en los valores de pH se puede dar por un sin número de factores, algunos de ellos intrínsecos del animal (genética, metabolismo, susceptibilidad al estrés, etc.), pero normalmente los factores más relevantes tienen que ver con el ambiente en que se manejó el animal y su canal durante las 24 horas previas y posteriores al faenado. La cantidad de glucógeno depende del tipo de fibra muscular, raza, sexo, peso, edad, nutrición y estrés previo a la faena (Immonen, Ruusunen, y Puolanne, 2000; Santini, Rearte y Grigera, 2003). El tipo de nutrición de pasturas no incide en gran medida en las reservas de glucógeno y por lo tanto en el pH; en cambio dietas de elevadas concentraciones energéticas sí que generan mayores reservas de glucógeno muscular. Al formarse ácido láctico desciende el pH desde valores normales en un animal vivo de 7.0 - 7,7 hasta valores post mortem de 5,4 – 5,8 (Lawrie, 1998). La cantidad de ácido láctico determina la rapidez e intensidad del descenso de pH, éste a su vez depende del tiempo de maduración y la velocidad de enfriamiento de la canal (Garrido, Bañon y Álvarez, 2005).

Franco y Feed (2004) evaluaron los valores de pH a las 24 hs de faena y la fuerza de corte con cizalla Warner-Bratzler del músculo *Longissimusdorsi*, utilizando novillos Hereford, puros y cruza, de 3 años de edad (Cuadro 6).

**Cuadro 6.** Valores de pH a las 24 hs y fuerza de corte del musculo *Longissimusdorsi* en novillos Hereford, puros y cruza, de 3 años de edad.

Variable	HH	AH	SH	NH	Probabilidad
pH a las 24 hs	5.68	5.60	5.65	5.67	ns
Fuerza de corte (kg)	4.9 a	4.4 a	5.7 ab	6.6 b	0.01

ns:  $p > 0.05$

Fuente: Franco y Feed, 2004.

No hubo efecto del genotipo sobre la variante pH a las 24 horas, considerando los valores obtenidos dentro del rango de valores normales y aceptables. De la misma forma, no existieron diferencias importantes entre los genotipos en la proporción de rechazos por pH elevados (mayor 5.8), siendo los valores del 9.9% para HH; 6.5% para AH; 10.5% para NH y 9.4% para SH. En este sentido, está generalmente aceptado que el aspecto racial tiene poca o nula importancia en determinar la incidencia de cortes oscuros por elevado pH (Warris, 1984; Tarrant, 1990).

En cuanto a la fuerza de corte, únicamente los novillos cruza Nelore difirieron del resto de los genotipos evaluados (excepto los cruza Salers), mostrando valores de

fuerza de corte más elevados y superiores a los considerados aceptables (4.5 kg). La menor terneza de la carne proveniente de razas *BosIndicus* y sus cruzas ha sido señalada ampliamente a nivel internacional (Koch, Dikeman, Crouse, 1982; Gallinger *et al.*, 1992; Wheeler y Koohmaraie, 1994).

Las auditorias de calidad de carne del Uruguay muestran que los valores de pH registrados durante el año 2013, por encima del nivel adecuado de pH (5,8) de vacas y vaquillonas fueron de 16,3 y 7,0% respectivamente (Correa y Brito, 2017).

### 2.13.3 COLOR

El color es la consecuencia de radiaciones electromagnéticas en el rango visible, con una longitud de onda entre 400 a 700 nm. Cuando la luz incide en la carne, algunas longitudes de onda son absorbidas por los pigmentos, mientras que otras son reflejadas. El color que percibe el ojo humano es debido a esa luz reflejada, carente de los colores asociados a sus longitudes de onda absorbidos (Brewer, 2004).

El color se debe a la concentración de pigmentos (mioglobina), su estado químico y a sus propiedades de dispersión de la luz de la carne. La mioglobina está compuesta por globina y un grupo prostético (hemo) que contiene hierro. La globina puede estar organizada o desnaturalizada. Este grupo hemo tiene un átomo de hierro en el centro del anillo porfirínico, que puede estar en estado ferroso (Fe 2+) o férrico (Fe 3+), y el anillo de porfirina puede estar intacto, oxidado, polimerizado o abierto (Brewer, 2004). El átomo de hierro de la mioglobina de la carne en ambientes con baja tensión de oxígeno (interior de la pieza o en envase al vacío), está en estado ferroso (Fe 2+), como desoximioglobina, tiene ligada iónicamente una molécula de agua, su aspecto es de color rojo oscuro o púrpura y absorbe la luz en una longitud de onda de 555 nm. Cuando se expone a un ambiente rico en oxígeno, la mioglobina va pasando a oximioglobina (MbO<sub>2</sub>), que es de color rosa brillante, o rojo cereza, y presenta máximos de absorción a 542 a 580 nm. Con pHs altos el hierro del hemo está en estado reducido (Fe 2+), mientras que en un medio más ácido (a pH más bajo), se favorece su oxidación a Fe<sup>3+</sup>. Si el átomo de hierro pasa a Fe<sup>3+</sup> se produce metamioglobina, que es de color marrón o pardo, y tiene mayor absorción a 505 nm, y también a 630 nm (Feed, 2010).

El color de la carne es uno de los principales factores que determinan la elección de compra, dado que los consumidores lo relacionan con cualidades sensoriales positivas del producto (Albert *et al.*, 2005), siendo desechados colores extremos y apreciado un color rojo brillante (de la Fuente, Álvarez, Díaz, Perez y Canque, 2005). Sin embargo, es sabido que las distintas preferencias dependen del tipo de consumidor y las costumbres de los mercados locales, en donde algunos optan por grasas blancas o amarillentas, y carnes rojas o rosadas. Son tres los factores de variación del color del músculo: el contenido en pigmentos (que está relacionado con la raza, edad, sexo y tipo de alimentación del animal); las condiciones al momento de la faena (estrés, temperatura, humedad de la cámara, etc.) que van a afectar el color variando la velocidad de caída del pH y su valor final; y el tiempo y condiciones de almacenamiento y comercialización del producto. La estructura del músculo y la concentración de pigmentos influyen en la luz reflejada y por lo tanto en su color. A su vez, el color de la grasa se ve influenciado por la concentración de pigmentos y la

composición química de los distintos ácidos grasos que la componen (Alberti *et al.*, 2005).

Los instrumentos utilizados para la medición del color suelen estar determinados por las coordenadas  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  del espacio CIELAB. El CIE  $L^*a^*b^*$  es el modelo cromático usado normalmente para describir todos los colores que puede percibir el ojo humano.

$L^*$  es el valor de la claridad o luminosidad (*Lightness*) y es el atributo de la sensación visual del área donde se presenta el estímulo, la cual puede emitir más o menos luz, en relación con la emitida por un área similar, iluminada, que se perciba como blanco. Este parámetro varía de 0 (negro) a 100 (blanco), y se representa en el eje vertical. El valor  $L^*$  está relacionado con el estado físico de la carne, el cual se ve afectado, post-mortem, por el pH final, la estructura de las fibras y la cinética de la instalación del *rigor mortis*.

$a^*$  representa la oposición visual rojo-verde ( $a^*$  mayor a 0, rojo;  $a^*$  menor a 0, verde), y se representa en el eje de las X del plano horizontal. Por último,  $b^*$  representa la oposición visual amarillo-azul ( $b^*$  mayor a 0, amarillo;  $b^*$  menor a 0, azul), y se representa en el eje de las Y del plano horizontal (Feed, 2010). Existen diversos instrumentos para la medición del color, en nuestro caso hemos utilizado el Colorímetro Minolta CR400.

Zea, Díaz y Carballo, (2007), encontraron que el  $L^*$  es ligeramente más alto y el  $b^*$  más bajo en machos que en hembras, siendo el  $a^*$  similar entre sexos. A su vez, determinaron que el sistema de alimentación afectó los valores de  $L^*$  y  $b^*$  en la carne de machos y los valores de  $L^*$  y  $b^*$  en la grasa de hembras. Por el contrario, Galli *et al.*, (2008) no encontraron diferencias en el color del músculo, pero sí coloraciones más amarillentas en la grasa de vacas con más de 6 años, en comparación con vacas de menor edad. A una misma edad, la concentración de mioglobina es mayor en hembras que en toros, sin existir diferencias con los novillos (Lawrie, 1998).

Wulf, O'Connor, Tatum y Smith, (1997) determinaron que el color puede variar según la raza. Animales *Bos Taurus* presentaron valores de  $L^*$  mayores y de  $a^*$  menores en el músculo que *Bos indicus*. La distinta alimentación a la que se pueden someter los animales también incide en el color de la carne. Animales alimentados en sistemas pastoriles presentan un color de carne más rojo que los criados en feedlot, debido a que presentan más mioglobina por el ejercicio (Albertí y Ripoll, 2010). El color de la grasa se ve afectado por los pigmentos vegetales, los carotenoides (Xantofila y Caroteno) que se encuentran en los forrajes, con mayor proporción en hojas que en tallos. Los bovinos acumulan altas concentraciones de carotenoides en su grasa, dando coloraciones amarillas de las xantofilas y naranja los carotenos. Altos contenidos energéticos en la dieta disminuyen el contenido de pigmentos de mioglobina, resultando un color más claro en la carne (Boleman, Millar, Buyck, Cross y Savell, 1996).

#### 2.13.4 CRA

La capacidad de retención de agua, puede definirse como la propiedad que tiene la carne de contener el agua existente en las estructuras del tejido muscular, ya sea en forma libre o inmovilizada (Forrest, Aberle, Hedrick, Judge y Merkel, 1979). Las proteínas del tejido conectivo retienen el 10% del agua, las sarcoplásmicas el 20% y las miofibrilares el 70% (López de Torre y Carballo, 1991).

Existen distintos métodos para medir la CRA según Pla Torres, (2005), tales como la medición de las pérdidas por goteo (utilizado principalmente en carne de cerdo), medición de pérdidas por cocinado (cerdos, ovinos y bovinos), y medición de pérdidas por compresión (uno de los más utilizados para carnes de bovinos y ovinos) (Feed, 2010).

Luego del sacrificio, durante el proceso de maduración en cámara de frío con circulación de aire, se produce una evaporación del agua de la superficie de la canal que puede alcanzar una pérdida del 2% o más, según la humedad relativa de la cámara de frío. La congelación y descongelación de la carne son procesos en donde se pierde agua, dependiendo de la velocidad en que se producen ambos procesos puede alcanzar pérdidas del 4%, o más. El congelamiento rápido y el descongelamiento lento reducen este efecto (Pla Torres, 2005).

La cocción de la carne es uno de los factores de mayor pérdida de agua, pudiendo alcanzar hasta un 40% (Offer y Knigh, 1988). Cuanto más se cocine la carne, mayores serán las pérdidas de agua y por ende será menos jugosa (Aaslyng, 2008).

### **3 HIPÓTESIS**

El dispositivo intracervical (DIC) y el tipo de pastura, tienen efecto positivo sobre la inhibición de la actividad reproductiva, la ganancia de peso y calidad de la canal y carne en hembras en terminación.

### **4 OBJETIVOS**

#### **4.1 OBJETIVO GENERAL**

Evaluar el efecto de un dispositivo intracervical (DIC) como método de bloqueo reproductivo, sobre la ganancia de peso vivo, la calidad de la canal y la carne en vacas y vaquillonas pastoreando pradera o campo natural.

#### **4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Evaluar y comparar el efecto del DIC, tipo de pastura y categoría animal sobre:

- el porcentaje de utilización de los tipos de pasturas ofrecidos (kg MS/ha y altura remanente)
- la manifestación de celo
- la ganancia diaria de peso
- la calidad de la canal: PCC, AOB, y EGS.
- La calidad de la carne: color instrumental, fuerza de corte y pérdidas por cocinado.

## 5 MATERIALES Y MÉTODOS

### 5.1 LOCALIZACIÓN

El ensayo experimental se realizó en la Estación Experimental “Dr. Mario A.Cassinoni” (EEMAC), perteneciente a la Facultad de Agronomía, UdelaR. La misma está ubicada en el departamento de Paysandú, en el kilómetro 363 de la Ruta 3, a 32°22’41” de latitud Sur y 58°03’50” de longitud Oeste, con una altura sobre el nivel del mar de 59 metros.

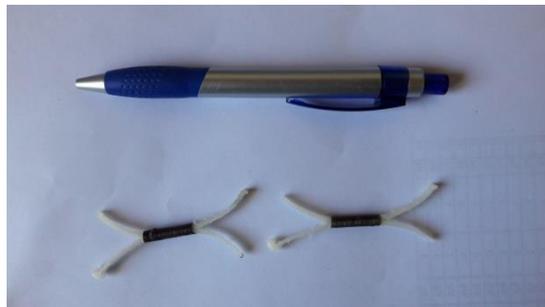
### 5.2 PERÍODO EXPERIMENTAL

El período experimental comenzó el 14-mayo para los dos tratamientos de pastoreo en Campo Natural y en Pradera. Los animales destinados al tratamiento Campo Natural (CN) permanecieron hasta el 12-diciembre, con una duración total de 212 días de engorde hasta la faena. Los animales destinados al tratamiento Pradera (P) permanecieron hasta el 3-agosto, con una duración total de 81 días de engorde hasta la faena.

### 5.3 ANIMALES Y TRATAMIENTOS

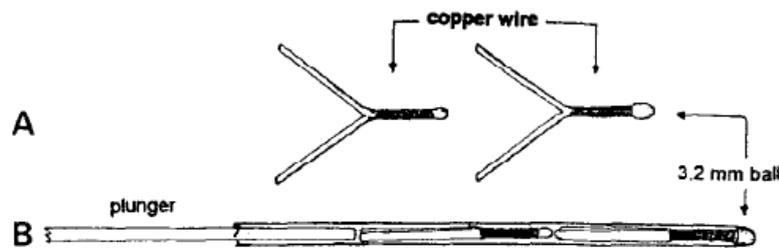
Se seleccionaron 48 bovinos de la raza Hereford, siendo 24 vacas de  $470 \pm 47$  kg y 24 vaquillonas de  $325 \pm 41$  kg, CC  $4,6 \pm 0,4$ , no gestantes, pertenecientes al rodeo de cría de la EEMAC, las cuales se estratificaron por edad, peso y Condición Corporal. Se asignaron al azar a 2 tratamientos: 1) con DIC (colocación de los dispositivos a 12 vacas y 12 vaquillonas) y Sin DIC grupo Control (12 vacas y 12 vaquillonas).

Los DIC estuvieron elaborados con dos varillas de plástico en forma de “X” de 6 cm de largo, unidas en el centro por una banda de cobre (figura 1), y fueron aportados al experimento por investigadores de INIA Tacuarembó.



**Figura 1.** Imagen obtenida de 2 ejemplares de los DIC utilizados.

Los DIC se colocaron con el aplicador correspondiente (figura 2) a través de la vagina y utilizando como guía la palpación rectal, siguiendo la misma metodología que la canulación en la inseminación artificial, colocando el DIC entre el cérvix y entrada del útero. Tanto el colocador como el dispositivo fueron previamente desinfectados.



**Figura 2.**A) DIU de Turin. B)colocador correspondiente que fue el mismo que se usó en este experimento.

A su vez, se asignaron los animales a las diferentes pasturas (Campo Natural y Pradera), con 24 animales por tratamiento distribuidos en 2 réplicas (Cuadro 7).

**Cuadro 7.**Esquema de tratamientos y animales durante la tesis.

	Con DIC	Sin DIC
<b>Campo Natural</b>	6 vacas	6 vacas
	6 vaquillonas	6 vaquillonas
<b>Pradera</b>	6 vacas	6 vacas
	6 vaquillonas	6 vaquillonas

Las 2 réplicas consistieron en 2 parcelas en la Pradera con pastoreo continuo con 12 animales en cada una (6 vacas y 6 vaquillonas, la mitad con DIC y la mitad sin DIC), mientras que el Campo Natural estaba dividido en 4 parcelas realizando pastoreo rotativo utilizando 2 parcelas en simultáneo, con 6 vacas y 6 vaquillonas, la mitad con DIC y la otra mitad sin DIC.

#### 5.4 INFRAESTRUCTURA

Para el engorde se utilizaron 2 tipos diferentes de pasturas: Campo Natural (CN, 16 ha), y Pradera (Trébol blanco + Lotus + Festuca, 7 ha) con un nivel de oferta de forraje de 4 %.

**Cuadro 8.** Kilos de materia seca disponible y altura en las áreas de Campo Natural (CN) y Pradera (P) utilizadas para el experimento.

	CN	P
Disponible (kg MS/ha)	1.860	1.754
Altura disponible (cm)	18,1	17,4

El Campo Natural tenía las siguientes especies: *Medicagolupulina*, *Paspalumnotatum*, *Stipa setigera*, *Briza subaristata*, *Calamagrostismontevicensis*, *Coelorhachisselloana*, *Paspalum dilatatum*. En el tapiz de mayor altura predominaba *Paspalum quadrifarium* y *Schizachyrium microstachyum*. La principal maleza de campo sucio era *Eryngium horridum* (Boggiano, Zanoniani y Millot, 2005).

El tratamiento Pradera se realizó en un potrero que fue sembrado con *Festuca arundinacea* cultivar INIA Fortuna (15 kg/ha), *Trifolium pratense* Estanduela 116 (4 kg/ha) y *Lotus corniculatus* cultivar INIA rigel (8 kg/ha). Posteriormente se lo dividió en 2 parcelas iguales y se instaló un bebedero de llenado continuo para

ambas. En la siembra se fertilizó con 100 kg/ha de 7:40 (N:P), y se re-fertilizó con 100 Kg/ha de urea.

## **5.5 DETERMINACIONES SOBRE LA PASTURA**

### **FORRAJE DISPONIBLE Y REMANENTE**

Se determinó el forraje disponible y remanente previo al ingreso y cada 30 días, del Campo Natural y de la Pradera. El método utilizado fue el de doble muestreo (Haydock y Shaw, 1975). Este método está basado en un corte reducido de muestras cuyas características de rendimiento son relacionadas por comparación visual a un número determinado de puntos de escala y/o altura en las parcelas.

El método mencionado se aplicó utilizando una escala de 5 puntos según su cantidad de biomasa mediante el corte al ras del suelo utilizando rectángulos de 0,2 x 0,5 m. Previamente, se determinó la altura de la pastura. De cada punto de la escala se cortaron dos repeticiones. Las muestras de forraje recogidas de cada muestreo se pesaron para obtener el peso fresco y luego se secaron en estufa, durante 48 horas a 60°C, para determinar el peso seco de las mismas.

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

### **ALTURA DEL FORRAJE DISPONIBLE Y EL REMANENTE**

Se midió la altura del forraje disponible utilizando una regla centimetrada, midiendo en tres puntos (al medio y en cada extremo del rectángulo utilizado para el muestreo), previo al corte. Este corte se realizó en el punto de contacto de la regla con la punta de la hoja más alta. La altura del forraje de cada parcela se obtuvo promediando el total de mediciones. Dichas medidas se tomaron previo al ingreso de los animales y posterior a la salida, utilizando la metodología propuesta por Cayley y Bird, (1991), según el pastoreo utilizado en cada tratamiento.

### **PORCENTEAJE DE UTILIZACION**

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

### **PRODUCCIÓN DE FORRAJE**

Se determinó calculando la diferencia entre el forraje disponible al inicio del pastoreo y el remanente del pastoreo anterior, ajustado por el número de días de pastoreo. Esta diferencia es expresada en kg/ha de Materia Seca (MS).

## OFERTA DE FORRAJE

La oferta de forraje son los kg de MS ofrecidos por día cada 100 Kg de Peso Vivo. Se calculó en base a las mediciones realizadas de Forraje disponible más la tasa de crecimiento durante el período de pastoreo.

## 5.6 DETERMINACIONES EN EL ANIMAL

### DETECCIÓN DE CELO

Antes del ingreso a cada tratamiento, se administró 2 cm de prostaglandina a cada animal, con el objetivo de provocar luteólisis, previamente determinada la presencia de cuerpo lúteo por palpación rectal; y se colocó el DIC si correspondía al grupo "con DIC". Se colocaron etiquetas detectoras de actividad de monta (parches), y cada 20 días se observó el estado del parche para determinar si la vaca manifestó conducta de celo. Según el grado de desgaste del parche, causado por la monta entre los mismos animales del grupo, se determinó si manifestó celo "sí" o "no".

### PESO VIVO

Se registró el peso vivo al inicio del experimento y cada 20 días durante el período experimental, para determinar la ganancia media diaria y la evolución de peso. Las pesadas se realizaron con balanza electrónica con capacidad y precisión de  $2 \pm 0,5$  kg en las instalaciones de la EEMAC y sin ayuno previo.

### PESO VIVO PRE-FAENA

Los animales se pesaron individualmente en el frigorífico, previo al ingreso a la playa de faena, luego de 24h de ayuno. El desbaste (%) se calculó a partir del pesaje previo al embarque y el pesaje previo a la faena.

### DETERMINACIONES DE CALIDAD DE CANAL EN EL FRIGORÍFICO

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

Luego de la faena las reses permanecieron en cámaras de frío durante 48 horas. Al finalizar este proceso, se obtuvieron los siguientes registros sobre la media res de cada una de las canales: pH, espesor de grasa subcutánea y área de ojo de bife.

El pH se midió con un peachímetro portátil (Cole Palmer, USA) con electrodos de penetración y termómetro digital.

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

El Área de ojo de bife (AOF) se determinó mediante el calco a través de un acetato, el cual posteriormente se utilizó junto con una hoja cuadrículada (0,5 x 0,5 cm) para la determinación del área.

En el desosado se extrajeron bifes del músculo *Longissimus dorsi* entre la 10° y 13° costilla (media res izquierda) con un espesor de 2,5 cm de ancho, etiquetadas correspondientemente para Color, Terneza día 0 y día 7, y Capacidad de Retención de Agua día 0 y día 7, envasadas al vacío.

## DETERMINACIONES DE CALIDAD DE CARNE

Las determinaciones de calidad de carne se realizaron en el Laboratorio de Calidad de Carne del Departamento de Tecnología de los Alimentos de la EEMAC.

El color instrumental se determinó mediante un colorímetro portátil Minolta CR – 400 (Osaka, Japón) para obtener los valores de  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$  en el espacio CIELAB:  $L^*$  es el valor de claridad o luminosidad (Lightness), variando entre 0 (negro) y 100 (blanco);  $a^*$  refiere al índice de rojo, con valores positivos rojo y valores negativos verde;  $b^*$  corresponde al índice de amarillo, siendo amarillo con valor positivo y azul con valores negativos. El color fue determinado a nivel del músculo *Longissimusdorsi*, luego de un período mínimo de 30 minutos de exposición al oxígeno (blooming). Se tomaron tres lecturas al azar, promediándose posteriormente (Alberti y Ripoll, 2009).

La terneza instrumental se midió a las 48 horas post mortem y después de 7 días de maduración al vacío y en condiciones de refrigeración. Para determinar la dureza instrumental se utilizó el método de Warner-Bratzler. Este método mide la fuerza de corte de la carne por medio de una cizalla utilizando un texturómetro Instron 3342 expresando el resultado en kilogramos de fuerza. Las muestras para esta evaluación fueron obtenidas a partir de un filete de 2,5 cm de espesor. Los filetes se cocinaron en baño María termostatzado con un tiempo de cocción estandarizado para que en el centro térmico del bife llegue a 70°C. . Posteriormente se extrajeron con un sacabocado 8 cilindros de 1,27 cm de diámetro de cada filete cocido, realizando movimientos circulares de vaivén en la misma dirección de las fibras musculares y ejerciendo una suave presión hasta concluir el corte. Luego cada cilindro fue sometido a un corte de cizalla Warner-Bratzler de forma perpendicular a la dirección de las fibras musculares. Cuanto mayor es la fuerza de corte, más dura es la carne (Feed, 2009). Se determinaron las pérdidas por cocinado como medida de capacidad de retención de agua, calculando el porcentaje de pérdida de peso antes y después de la cocción (peso crudo - peso cocido / peso crudo).

## 5.7 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para la determinación de la ganancia diaria de peso se calculó el coeficiente de regresión utilizando el Peso Vivo inicial como covariable. Para el análisis de las variables de canal y calidad instrumental de la carne se utilizó un diseño de parcelas al azar con arreglo factorial de tratamientos, utilizando un modelo general incluyendo el efecto de la media general y de tratamiento. Se realizó un análisis de varianza mediante el procedimiento MIXED del paquete estadístico SAS versión 9.1 (SAS institute, Cary, NC, 2002), utilizando como factores fijos la categoría animal (vaca y vaquillona), con y sin DIC, y pastura (Pradera y Campo Natural). Para la comparación de medias se utilizó la prueba Tuckey-Kramer.

## 6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 6.1 EN LAS PASTURAS

En cuanto a las características de la pastura se partió de una disponibilidad inicial bastante similar evidenciándose una mayor utilización en la pradera debido a una mayor calidad. A pesar de que ambas pasturas partieron de un disponible en kg de MS/ha similar, el remanente de la Pradera fue considerablemente menor al del Campo Natural, y en menor tiempo de pastoreo, lo cual se explica por la diferencia en el porcentaje de utilización de las pasturas. Esta última está dada por la composición botánica y las características nutricionales de las mismas, que determinan la calidad del alimento, y, por lo tanto, qué proporción será utilizable para el consumo de los animales (Risso 1981, Montossiet al., 2000).

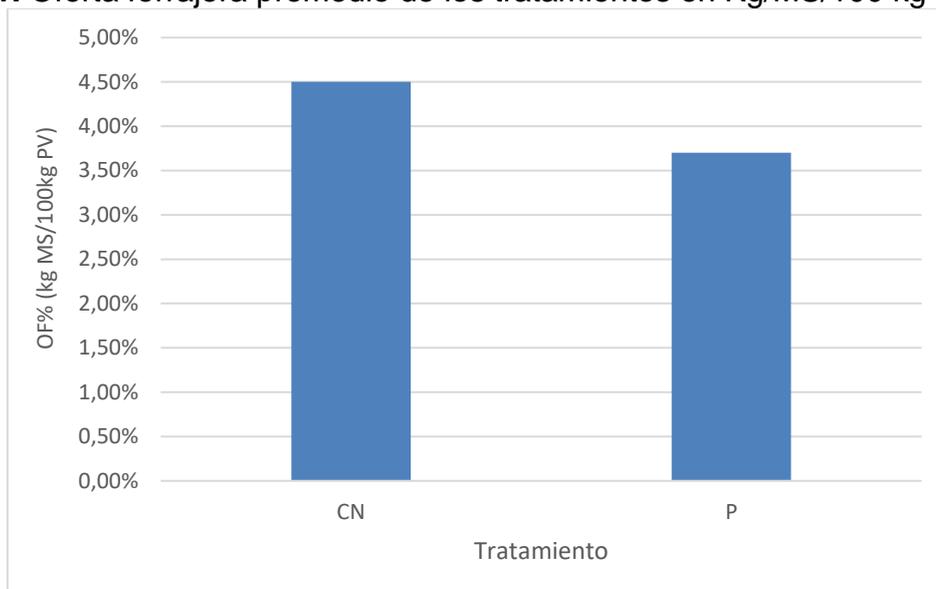
**Cuadro 9.** Remanente, altura y porcentaje de utilización para los dos tratamientos Campo Natural (CN) y Pradera (P).

	CN	P
<i>Disponible (kg MS/ha)*</i>	1.860	1.754
<i>Altura disponible (cm)*</i>	18,1	17,4
Remanente (kg MS/ha)	1123,4	750
Altura remanente (cm)	7,0	8,1
% de utilización	39,6	57,2

*\*disponible y altura inicial.*

A pesar de que la oferta de forraje del CN fue superior a la de la P (Gráfica 1), está compuesta en gran proporción por forraje de baja calidad. La pradera, al ser una pastura con una duración potencial plurianual, compuesta por una mezcla entre gramíneas y leguminosas perennes que combinan sus ciclos productivos, otorga un crecimiento y producción de forraje sostenido en el tiempo (Poppinet al., 1987, Pearson e Ison, citados por Carámbula, 1996).

**Gráfica 1.** Oferta forrajera promedio de los tratamientos en Kg/MS/100 kg PV/día.



En el tratamiento CN se registró una mayor oferta de forraje con un disponible promedio de 4,5 kg de MS/ha cada 100 kg de PV, en cambio para el tratamiento P fue de 3,7 kg. Cuando el forraje es de alta calidad, el consumo está regulado por mecanismos fisiológicos y depende de la concentración de energía del alimento (Robles y Cubit, 1981). A su vez, Van Soest (1982) estableció que la digestibilidad y el consumo de materia seca son parámetros dependientes de la calidad de forraje. El consumo va a depender del volumen estructural del forraje y del contenido de fibra neutro detergente, mientras que la digestibilidad va a depender tanto del contenido de la pared celular como de su disponibilidad para ser digerida.

Por otra parte, la Pradera se pastoreó de forma continua, lo cual implica una mayor selectividad por parte de los animales, por lo tanto, un consumo no uniforme de la pastura, mayor pisoteo y alteración del ciclo normal de rebrote, en comparación con el Campo Natural que fue pastoreado en forma rotativa. Todo lo cual conduce a una maduración excesiva de la pastura, y la disminución en la producción total de forraje, a pesar de ser un método más económico desde el punto de vista de infraestructura, y de fácil manejo (Martínez, 2019).

## 6.2 EN LOS ANIMALES

### DETECCIÓN DE CELO

Se observó la presencia de signos de celo mediante la lectura de parches de detección de celo y observación del rodeo en el campo. El 98% de las vacas y vaquillonas del experimento presentaron signos de celo en alguna de las observaciones realizadas, es decir, solamente una vaca sin DIC no presentó signos de celo. Estos resultados difieren de los obtenidos por Turinet *al.*, (1997), quienes lograron un 98% de supresión de celo. La explicación de estos resultados podría estar basada en que los animales expulsaron el DIC durante el transcurso del experimento.

En el momento de la faena se revisaron los úteros individualmente para controlar la presencia/ausencia de los DIC. En los animales de Pradera se recuperaron el 50% de los dispositivos, mientras que en los de Campo Natural apenas un 8%. Por lo tanto, no se pudo cumplir con los objetivos específicos ya que los DIC fueron expulsados naturalmente por los animales durante el transcurso del experimento.

#### RESULTADOS PRODUCTIVOS, DE CALIDAD DE CANAL Y CARNE

Primero se analizaron los resultados productivos de calidad de canal y carne en vacas y vaquillonas por grupos “con” y “sin” DIC, en Campo Natural y Pradera (Cuadro 10 y 11). Se decidió mantener esa información, pero dado que los DIC fueron expulsados en algún momento durante el experimento, pasamos a analizar solamente por el efecto de los tratamientos tipo de pastura (Pradera y Campo Natural) y categoría (vaca y vaquillona) sin considerar el efecto del DIC (Cuadro 12). Por lo tanto, nos centraremos en el análisis del cuadro 12 como resultados del experimento.

**Cuadro 10.** Resultados productivos de calidad de canal en Vacas y Vaquillonas, con y sin DIC, en Pradera y Campo Natural.

DIC	Pradera		Campo Natural	
	Con	Sin	Con	Sin
<b>VACAS</b>				
P.V. Inicial (kg)	451	486	454	488
P.V. final (kg)	480 A	514 A	494 A	517 A
GMD (kg/d) total	0,480 A	0,530 A	0,158 A	0,074 A
PCC (kg)	245 A	268 Aa	234 A	224 Ab
Rendimiento (%)	50,9 A	52,1 Aa	49,5 A	47,7 Ab
EGS (mm)	11,75 Aa	10,83 Aa	7,2 Ab	5,3 Ab
AOB (mm <sup>2</sup> )	48,00 A	54,16 A	46,00 A	47,83 A
<b>VAQUILLONAS</b>				
P.V. Inicial (kg)	304	345	328	326
P.V. final (kg)	345	387	380	400
GMD (kg/d) total	0,684 A	0,650 A	0,240 A	0,309 A
PCC (kg)	176 A	201 A	215 A	199 A
Rendimiento (%)	50,8 A	51,8 A	53,5 A	49,7 B
EGS (mm)	5,41 A	4,00 A	4,7 A	5,3 A
AOB (mm <sup>2</sup> )	43,66 A	50,16 Aa	50,83 A	41,6 Bb

P. V.: Peso Vivo, GMD: Ganancia Media Diaria, PCC: Peso Canal Caliente, EGS: Espesor Grasa Subcutánea, AOB: Área Ojo de Bife.

Letras mayúsculas (A y B) indican diferencias estadísticamente significativas entre “Con” y “Sin” DIC dentro de tratamientos Pradera y Campo Natural.

Letras minúsculas (a y b) indican diferencias estadísticamente significativas de “Con” DIC entre tratamientos Pradera y Campo Natural, y “Sin” DIC entre tratamientos Pradera y Campo Natural.

**Cuadro 11.** Resultados de los análisis en calidad de carne en Vacas con y sin DIC, en Pradera y Campo Natural.

DIC	Pradera		Campo Natural	
	Con	Sin	Con	Sin
<b>VACAS</b>				
pH	5.75	5.76	**	**
Color				
L*	30.78 <sup>e*</sup>	30.24 <sup>e*</sup>	35.52 <sup>e*</sup> A	36.89 A
a*	15.85 Ab	16.53 Ab	22.33 Aa	21.50 Ab
b*	6.11 A	5.86 A	7.12 A	7.08 A
WB 0	4.28 A	4.27 A	5.04 A	6.06 A
WB 7	3.95 A	4.01 A	4.53 A	5.25 A
PPC 0	27.64 A	25.42 A	30.99 A	27.15 A
PPC 7	29.60 A	29.94 A	28.44 A	29.69 A
<b>VAQUILLONAS</b>				
pH	5.84	5.69	**	**
Color				
L*	31.10 <sup>e*</sup>	33.42 <sup>e*</sup>	37.56 A	34.46 B
a*	16.36 Ab	16.41 Ab	21.64 Aa	19.62 Aa
b*	5.70 A	6.29 A	6.76 A	5.31 B
WB0	4.47 A	4.68 A	5.73 A	5.23 A
WB 7	3.52 A	3.62 A	4.21 A	4.59 A
PPC 0	26.53 A	28.91 A	29.83 A	29.95 A
PPC 7	27.64 A	30.83 Aa	28.10 A	24.23 Ab

WB: Warner Bratzler (fuerza de corte), PPC: Pérdidas por cocinado.

Letras mayúsculas (A y B) indican diferencias estadísticamente significativas entre "Con" y "Sin" DIC dentro de tratamientos Pradera y Campo Natural.

Letras minúsculas (a y b) indican diferencias estadísticamente significativas de "Con" DIC entre tratamientos Pradera y Campo Natural, y "Sin" DIC entre tratamientos Pradera y Campo Natural.

<sup>e\*</sup> Error de medición en el L\* en las muestras de Pradera.

\*\*Por error no se realizó la medición del pH en la faena de las hembras de Campo Natural.

**Cuadro 12.** Resultados productivos, de calidad de canal y carne en vacas y vaquillonas, en Pradera y Campo Natural, sin considerar la interacción del DIC.

	VACAS		VAQUILLONAS	
	P	CN	P	CN
P.V. Inicial (kg)	468	471	325	325
P.V. final (kg)	497	505	367	390
GMD (kg/d) total	0,505	0,116	0,667	0,274
PCC (kg)	256 A	229 B	188 A	207 A
Rendimiento (%)	51,5 A	48,7 B	51,3 A	51,4 A
EGS (mm)	11,29 A	6,25 B	4,7 A	5,0 A
AOB	46,9 A	46,9 A	46,9 A	46,2 A
pH	5,7	**	5,7	**
Color				
L*	30,5 <sup>e*</sup>	36,2	32,26 <sup>e*</sup>	36,02
a*	16,19 B	21,92 A	16,39 B	20,63 A
b*	5,98 B	7,10 A	6,0 A	6,04 A
WB 0	4,27 A	5,55 A	4,58 A	5,48 A
WB 7	3,98 A	4,89 A	3,57 A	4,40 A
PPC 0	26,53 A	29,07 A	27,72 A	29,89 A
PPC 7	29,77 A	29,07 A	29,23 A	26,16 B

P: Pradera; CN: Campo Natural.

Las diferentes letras mayúsculas (A, B) en los valores de cada parámetro indican diferencias significativas entre tratamientos Pradera y Campo Natural.

P.V. inicial y final, y GMD no fueron analizados estadísticamente.

<sup>e\*</sup>: error de medición en el L\* de las muestras de Pradera.

\*\* Por error no se realizó la medición del pH en la faena de las hembras de Campo Natural.

Al comienzo del experimento las vacas presentaron un Peso Vivo inicial (PVi) promedio de 470kg y las vaquillonas 325kg. En cuanto al Peso Vivo final (PVf), se observó que las vacas tuvieron un peso de 497 kg en Pradera y de 505 kg sobre Campo Natural, mientras que en las vaquillonas fue de 367 kg y 390 kg respectivamente. La duración de los tratamientos fue de 81 días en Pradera y 212 en Campo Natural.

Se observó que los animales de Campo Natural perdieron peso en el invierno, posiblemente causa de una oferta de forraje de menor calidad. Sin embargo, los animales de Pradera obtuvieron una ganancia de PV sostenida hasta culminar el tratamiento. Las vacas y vaquillonas en Pradera tuvieron una GMD en relación acorde a la calidad de las pasturas (0,505 kg en vacas y 0,667 kg en vaquillonas), mientras que las vacas y vaquillonas de Campo Natural tuvieron GMD de 0,116kg y 0,274 kg respectivamente (Cuadro 12). Estas GMD coinciden con lo descrito por Berretta (2003), quien afirma que los animales alimentados en campo natural pierden peso en el invierno, tienen grandes ganancias de peso en primavera y moderadas ganancias en verano y otoño. A su vez, señala que una pastura natural de calidad media permite ganancias de peso de 0,25 kg/día, mientras que una pastura sembrada, permite ganancias de 0,6 a 1,3 kg/día, lo cual puede estar explicado por menor consumo de Materia Seca y un valor nutricional inferior de la pastura natural, limitando una mejor performance productiva (Hodgson, 1981). De todas maneras, no correspondía analizar estadísticamente la GMD ya que los animales estuvieron pastoreando la P y el CN en diferentes condiciones, diferente período de tiempo y en distintas épocas del año: 81 días durante otoño-invierno en Pradera; y 212 días en otoño-invierno-primavera en Campo Natural.

A su vez, la calidad de la canal está relacionada con los factores que afectan la ganancia de peso y la composición durante el periodo de engorde (Prescott, citado por Berg y Butterfield, 1976). Dentro de los parámetros en los que se obtuvieron diferencias significativas en vacas, se encuentran el PCC, el Rendimiento y el EGS. Estos tres parámetros mencionados fueron superiores en el tratamiento Pradera, siendo el EGS el parámetro que manifestó mayor diferencia, explicado por una mayor disponibilidad de forraje de calidad superior (Sañudo, 1998; citado por Franco et al., 2002).

Se observó una diferencia en el Peso de Canal Caliente (PCC) y Rendimiento en las vacas de Campo Natural respecto a las de Pradera, sin embargo, no se hallaron diferencias significativas en las vaquillonas, por el efecto de edad y su crecimiento. Esto coincide con lo observado por Galli *et al.*, (2008) en donde a medida que aumenta la edad de faena de los animales, el rendimiento y el PCC es más variable y dependiente de la GMD o velocidad de engorde. Sin embargo, si las condiciones nutricionales generan GMD mayores a 1 kilo, esto podría repercutir en obtener rendimientos similares (Restleet *al.*, 2000; Restleet *al.*, 2001a). Las Auditorias de Calidad del Uruguay, informaron que el PCC promedio de los últimos 10 años en vacas fue de 221,7kg (Correa y Brito, 2017). Los PCC de vacas de este experimento superaron ampliamente dicho valor, principalmente en vacas de Pradera, indicando que un nivel superior de alimentación permite obtener canales de mayor peso, con mejor grado de conformación y terminación. El espesor de grasa subcutánea (EGS) también fue significativamente superior en vacas de Pradera, casi el doble respecto a las de Campo Natural, lo cual puede explicarse por una mayor calidad de forraje.

Son muchos los factores que inciden sobre el rendimiento, por lo tanto, la forma correcta de evaluarlo sería vincularlo con la categoría y/o la edad (Robaina, 2012). Otro factor de gran incidencia es el efecto del plano nutricional (Di Marco, 2006). Es aquí donde encontramos las mayores diferencias, obteniéndose mejores rendimientos en los animales de mejor alimentación en la Pradera.

Dentro de los parámetros de calidad de carne medidos en el laboratorio, el color ( $L^*$   $a^*$   $b^*$ ) manifestó diferencias estadísticamente significativas en su índice  $a^*$  (índice de variación rojo-verde) entre tratamientos, obteniendo valores inferiores en vacas y vaquillonas en el tratamiento Pradera. Estos resultados no coinciden con los descritos por Realini *et al.*, (2004), quienes afirman que un plano de alimentación superior es capaz de incidir sobre el color de la carne y la grasa, resultando en valores de  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$  mayores. Esto fue demostrado en diversos estudios en novillos. Por su parte, Luzardo, Cuadro, Montossi y Brito, (2014), hallaron diferencias significativas en el índice  $L^*$  (índice de luminosidad), mientras que  $a^*$  y  $b^*$  se mantuvieron iguales al variar el nivel de oferta de forraje. Asimismo, Boleman *et al.*, (1996), demostraron que un alto contenido energético, en dietas exclusivamente pastoriles, provoca una disminución en el contenido de pigmentos de mioglobina, resultando en un color más claro de la carne. Lamentamos que, en nuestro experimento, los valores de  $L^*$  obtenidos en los animales de Pradera tuvieron un error de calibración en el colorímetro, y por lo tanto no pudieron ser contemplados en el análisis estadístico.

En la Fuerza de Corte medida por el método Warner-Bratzler, para los días 0 y 7 de maduración, no se obtuvieron diferencias significativas entre grupos ni tratamientos. No obstante, cuando evaluamos únicamente el efecto del tratamiento P vs CN, hallamos que, con 7 días de maduración, los animales que consumieron pradera, presentaban una menor fuerza de corte, y por ende mayor terneza (Cuadro 13). Esto puede estar explicado porque a mayor tasa de ganancia por consumo de forraje de mejor calidad, hay mayor cantidad de grasa retenida (Di Marco, 1993) lo que repercute en la cantidad, tipo y disposición de tejido conectivo, cantidad y composición del tejido adiposo (Blanco y Alonso, 2008), generando menor terneza.

**Cuadro 13.** Resultados de Fuerza de Corte por el método Warner-Bratzler, en animales de Campo Natural y Pradera, luego de 7 días de maduración (WB 7) sin considerar la interacción del DIC ni de la categoría.

	WB 7
Campo Natural	4,65 A
Pradera	3,78 B

Estos resultados demuestran que la FC disminuyó a medida que ocurrió el proceso de maduración, dado por ruptura de las fibras musculares, debido a la degradación de proteínas del sarcómero, que conducen al aumento de la terneza de la carne (Wheeler y Koochmarai, 1994; Xionget *et al.*, 2007).

Diversos autores destacan el efecto positivo de la maduración sobre la terneza (Ahmed, Miller, Young y Reagan, 1991). Por su parte, Bianchi *et al.*, (2004) obtuvieron resultados similares de tiempo de maduración de la carne, afirmando que la terneza aumenta con la maduración hasta el octavo día, a partir del cual no tendría efecto seguir aumentando los días de maduración. A su vez, hallaron que la FC es independiente de la raza, aunque sí estuvo influenciada por la categoría

animal, siendo las vacas las que presentaron carnes de menor terneza que las vaquillonas. También en un trabajo desarrollado por Campo, Sañudo, Panea, Alberti y Santolaria, (1998) se evaluaron los efectos del tiempo de maduración, de la raza y de la interacción entre ambos, sobre la textura de la carne de terneras de 7 razas autóctonas españolas, llegando a la conclusión de que el tiempo de maduración de la carne es quien tiene el principal efecto sobre esta característica.

Siguiendo la misma línea de investigación, Epley y Parrish, citados por Chacón (2004), demostraron que el aumento de la terneza se da principalmente durante los primeros días de maduración (de 3 a 7 días) y luego los cambios son relativamente pequeños. A su vez, Dransfield, citado por Molinero *et al.*, (2005) considera que después de 10 días de almacenamiento a 1°C, se alcanza cerca de un 80% de la terneza máxima, mientras que Brito *et al.*, (2002a) y Stolorski *et al.*, (2006) indican que la terneza se incrementa hasta los 14 días de maduración, luego se estabiliza, aunque reconocen que existe variación entre músculos, en términos del periodo óptimo de maduración. No obstante, Takahashi (1996) señala que la terneza de la carne vacuna es mejorada perceptiblemente con maduraciones de 28 días.

Lagomarsino (2019), en un estudio realizado en Uruguay, con vacas de raza carnicera, en donde se analizaron muestras de bife angosto, encontró que la terneza (medida como fuerza de corte) no se vio afectada por el tratamiento. Sin embargo, existió una diferencia según los tiempos de maduración (7 y 21 días). Cuando las muestras de los tratamientos que utilizaron pasturas fueron maduradas por un período de 7 días, el 60% se encontraban en valores por encima de 4,5kg (menor aceptabilidad por los consumidores), y cuando la maduración aumentó a 21 días, en los tratamientos basados exclusivamente sobre pasturas, el 100% se encontró por debajo de este valor.

Respecto a las Pérdidas Por Cocinado (PPC), la diferencia solamente se observó entre las vaquillonas de Campo Natural y Pradera con 7 días de maduración. Probablemente debido a la menor edad y la nutrición, el grupo de vaquillonas de Pradera tuvo mayor PPC que las vaquillonas de CN, sumado al proceso de maduración durante 7 días. Durante este proceso ocurre una combinación de transformaciones en el músculo por acción de sistemas enzimáticos que producen la ruptura de las fibras musculares debido a la degradación de proteínas del sarcómero, que llevan a aumentar las pérdidas de agua durante la cocción, influenciadas por la cantidad de colágeno, ya sea por la edad o por la alimentación (Aaslyng, 2009; Xionget *al.*, 2007; Feed, 2010).

## 7 CONCLUSIONES

- No se pudo evaluar el efecto del DIC sobre la manifestación de celo ni la actividad reproductiva, la ganancia media diaria de peso, la calidad de canal y carne, ya que los dispositivos fueron expulsados naturalmente por los animales en el transcurso del experimento.  
Consideramos oportuno realizar un nuevo diseño del dispositivo, para evitar la expulsión natural de los mismos, y volver a realizar el experimento.
- La alimentación sobre Pradera logró un mayor PCC, rendimiento y EGS en vacas, carne más clara en ambas categorías y mayor ternera, con 7 días de maduración, en la carne de vacas y vaquillonas, comparadas con las que fueron alimentadas sobre Campo Natural.

## 8 BIBLIOGRAFÍA

- Aaslyng, M.D. (2009). Trends in meat consumption and the need for fresh meat and meat products of improved quality. En J.P. Kerry y D. Ledward (Eds.), *Improving the sensory and nutritional quality of fresh meat* (pp. 3-18). London: Woodhead.
- Ahmed, P. O., Miller, M. F., Young, L. L. y Reagan, J. O. (1991). Hot-fat trimming and electrical stimulation effects of beef quality. *Journal of Food Science*, 56 (6), 1484-1488.
- Albertí, P., Panea, B., Ripoll, G., Sanudo, C., Olleta, J.L., Negueruela, I... Serra, X. (2005). Medición del color. En V. Cañeque y C. Sañudo (Eds.), *Estandarización de las metodologías para evaluar la calidad del producto (animal vivo, canal, carne y grasa) en los rumiantes*. (pp. 213-225). Madrid: INIA
- Albertí, P. y Ripoll, G. (2010). Los pigmentos de la carne y factores que afectan su color, métodos instrumentales de medida del color por técnicas de reflexión. En G. Bianchi y O.D. Feed (Eds.), *Introducción a la ciencia de la carne* (pp. 115-128). Montevideo: Hemisferio Sur.
- Alves, J.M., Araújo, A.M. y Sosa, G.D. (2005). *Efecto de la ovariectomía sobre el comportamiento productivo, calidad de la canal y de la carne de vacas Hereford sobre pasturas mejoradas*. (Tesis de grado inédita). Facultad de Veterinaria, Universidad de la República.
- Asenjo, B., Miguel, J., Ciria, J. y Calvo, J. (2005). Factores que influyen en la calidad de la canal. En V. Cañeque y C. Sañudo (Eds.), *Estandarización de las metodologías para evaluar la calidad del producto (animal vivo, canal, carne y grasa) en los rumiantes* (pp. 24-46). Madrid: INIA.
- Ávilez, J. (2006). *Incidencia de la alimentación en el engrasamiento de la canal*. Recuperado de [https://www.uco.es/zootecniaygestion/img/datos/06\\_18\\_52\\_trabajo\\_de\\_carne.pdf](https://www.uco.es/zootecniaygestion/img/datos/06_18_52_trabajo_de_carne.pdf)

- Bailey, C.M., Reid, C.R., Ringkob, T.P., Koh, Y. y Foote, W.D. (1991). Nulliparous versus primiparous crossbred females for beef. *Journal of Animal Science*, 69, 1403–1408.
- Bartaburu, D. (2005). Tres casos de validación a campo: engorde en basalto, *Revista Plan Agropecuario*, 113,18-22.
- Berg, R.T. y Butterfield, R.M. (1976). *New concepts of cattle growth*. Sydney:SydneyUniversityPress.
- Bervejillo, J. (2019). Comportamiento del sector de la carne vacuna. En Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca, OPYPA, *Anuario OPYPA*(pp. 43–62). Montevideo:OPYPA.
- Bianchi, G., Bentancur, O. y Sañudo, C (2004). Efecto del tipo genético y del tiempo de maduración sobre la terneza de la carne de corderos pesados. *Agrociencia*,8,41-50.
- Bidart, J.B., Gómez, P. y Skiadaresis, R.M. (1971.) Efecto de la castración sobre el crecimiento y tipo de res en vaquillonas Aberdeen Angus. *Revista Argentina de Producción Animal*,2: 61-64.
- Blanco, M.R. y Alonso, C.R. (2008). Collagen types in bovine muscles: Influence of age and breed. *Journal of Muscle Foods*,21,417-423.
- Boggiano, P., Zanoniani R. y Millot ,J.C. (2005). Respuestas del Campo Natural a manejos con niveles crecientes de intervención. *INIA Serie Técnica*,151,105–114.
- Boleman, S. J., Millar, R. K., Buyck, M. J., Cross, H. R. y Savell ,J. W. (1996). Influence of realimentation of mature cows on maturity, color, collagen solubility, and sensory characteristics. *Journal of Animal Science*, 74(9), 2187-2194.

- Brito, G., Montossi, F., San Julián, R., De Mattos, D., Pigurina, G. y Cozzolino D. (2002). La ternera; un atributo indispensable de la calidad de la carne. En *Anuario Hereford de Uruguay 2002* (pp. 93-98). Montevideo: Mercur.
- Brito, G. y Pringle, D. (2001). Utilización de ultrasonografía para la predicción de la composición y calidad de la canal. *INIA Tacuarembó Serie de actividades de difusión*, 261, 1-48.
- Camacho, R. (2008). Evaluación del efecto de algunas características inherentes al animal sobre la ternera de la carne bovina. *Comunicación en Estadística (Universidad Santo Tomás)*, 1 (1), 43-54.
- Campo, M., Sañudo, C., Panea, B., Albertí, P. y Santolaria, P. (1998). Breed and ageing time on textural sensory characteristics of beef strip loin steaks. *Proceedings international Congress of Meat Science and Technology*, 44, 898-899.
- Carámbula, M. (1996). *Pasturas naturales mejoradas*. Montevideo: Hemisferio Sur.
- Carduz, A. (1996). *Análisis de factores que afectan el pH de la carne en condiciones comerciales*. (Tesis de grado inédita). Facultad de Agronomía, Universidad de la República.
- Cayley, J.W.D. y Bird, P.R. (1991). *Techniques for measuring pastures*. Hamilton, Pastoral Research Institute. Recuperado de :<https://www.evergraze.com.au/wp-content/uploads/2013/09/Techniques-for-measuring-pastures1.pdf>
- Chacón, A. (2004). La suavidad de la carne: Implicancias físicas y bioquímicas asociadas al manejo y proceso agroindustrial. *Agronomía Mesoamericana*, 15(2), 225-243.
- Chacur, M.G.M., Marin, M. de F., Oba, E. y Kronka, S. do N. (2007). Efeito da ovariectomia em novilhas. Nelore x Angus, Bos Taurus indicus x Bos Taurus taurus sobre os ganhos de peso. *Semina*, 28(2), 317-322.

- Coppo, J., Coppo, N, Revidatti, M., Capellari, A., Navamuel, J. y Fioranelli, S. (2002). Fresh citrus pulp supplementation effects on weight gain and plasma protein of wintering cows. *Analecta Veterinaria*, 22(2), 15–21.
- Coppo, J., Mussart, N., Revidatti, M., Capellari, A., Navamuel, J. y Fiorianelli, S. (2003). Ganancia de peso y cambios lipídicos en suero de vacas "de invernada" suplementadas con pulpa. *Revista Veterinaria México*, 34(4),303–313.
- Corfman, P. A. y Segal, S .J.(1968). Biologic effects of intrauterine devices.*American Journal of Obstetrics and Gynecology*, 100(3),448–459.
- Correa, D. y Brito, G. (2017). Fase II: Trabajo en plantas frigoríficas. En:G. Brito, D.Correa, y R. San Julián (Eds),*Tercera auditoria de calidad de carne vacuna del Uruguay*(pp. 3-34). Montevideo:INIA.
- Costa, P., Simoes, J. A., Costa, A. S., Lemos, P., Navas, D., Hocquette, J. F... Bessa, J .R. (2015). Repercussions of growth path on carcasscharacteristics, meat colour and shear force in Alentejana bulls. *Animal*, 9(8),1414-1422.
- Crouse, J.D., Schanbacher, B.D., Cross, H.R., Seideman, S.C.y Smith, S.B. (1987). Growth and carcass traits of heifers as affected by hormonal treatment. *Journalof Animal Science*, 64, 1434–1440.
- Da Silva, H. L., GambariniMeirinhos, M. L., Dias de Oliveira, B. y Lucas Gordo, J. M. (2005). Efeitos da utilização do dispositivo intra-uterino (DIU) sobre o ganho de peso e o rendimento de carcaça de novilhasNelore destinadas aoabate.*Ciencia Animal Brasileira*, 6(2), 95–103.
- De La Fuente, J., Álvarez, I., Díaz, M., Pérez, C. y Cañeque, V. (2005). Determinación de los pigmentos de la carne por espectrofotometría. EnV. Cañeque, y C. Sañudo (Eds.),*Estandarización de las metodologías para evaluar la calidad del producto (animal vivo, canal, carne y grasa) en los rumiantes*(, pp. 226-236). Madrid: INIA.

De Nava, G.T., Pance de León, G. y Rodríguez, M. (1997). Efecto de la neutralización reproductiva sobre la ganancia diaria de vacas adultas Hereford sobre campo natural. *Revista Argentina de Producción Animal*, 17, 267.

Di Marco, O. (1993). *Crecimiento y respuesta animal*. Buenos Aires: AAPA.

Di Marco, O. (2006.) *Rendimiento de la res*. Recuperado de: [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/comercializacion/42-rendimiento\\_res.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/comercializacion/42-rendimiento_res.pdf)

Diub (s.f.) *Más gordas y más vacías*. Recuperado de: <https://diub.com.ar/#!/-bienvenido-2/>

Dutto, L. (1981) *La castración de vacas*. Montevideo: Hemisferio Sur

Espejo, M., García, S., López, M., Izquierdo, M., Robles, A. y Costela, A. (2000). Morfología de la canal bovina. En V. Cañequé y C. Sañudo (Eds.), *Metodología para el estudio de la calidad de la canal y de la carne en rumiante* (pp. 65-80). Madrid: INIA.

Feed, O. (2010.) Metodología para la evaluación de las características cualitativas de la canal y de la carne. En G. Bianchi y O.D. Feed, (Eds.), *Introducción a la Ciencia de la Carne* (pp. 181-214). Montevideo: Hemisferio Sur.

Forrest, J., Aberle, E., Hedrick, H., Judge, M. y Merkel, R. (1979). *Fundamentos de la ciencia de la carne* (2ª ed). Zaragoza: Acribia.

Franco, J. y Feed, O. (2004.) Importancia de los factores productivos, tecnológicos y de manejo en la calidad de la canal y de la carne vacuna. En EEMAC (ed). *Seminario Técnico Calidad de Carne Ovina y Vacuna: Impacto de decisiones tomadas en distintos segmentos de la cadena* (pp.34-45). Paysandú: Udelar, Facultad de Agronomía.

Franco, J., Feed, O., Gimeno, D., Aguilar, I. y Avendaño, S. (2002). Como cambia el rendimiento carnicero con los cruzamientos. Calidad de la canal. En

INIA(org). *Seminario de Actualización Técnica. Cruzamientos en Bovinos para Carnes*(pp. 31- 37).Montevideo: Udelar, FA.

Galli, I., Teira, G., Perlo, F., Bonato, P., Tisocco, O., Monje, A. y Vittone, S. (2008). Animal performance and meat quality in cull cows with early weaned calves in Argentina. *MeatScience*, 79(3), 521–528.

Gallinger, M. M., Marcelia, M., Garcia, P.T., Lasta, J., Zanelli, M. y Gonzalez, B. (1992). Meat quality of zebù Cross-breeds: sensory and mechanical evaluation. *Proceedings of the International Congress of Meat Science and Technology*, 38, 45-48.

García–Torres, S., Espejo, M., López Parra, M., Izquierdo, M., Mendizábal, J.A. y Purroy, A. (2005). Conformación, engrasamiento y sistemas de clasificación de la canal bovina. En V. Cañeque, y C.Sañudo (Eds), *Estandarización de las metodologías para evaluar la calidad del producto (animal vivo, canal, carne y grasa) en los rumiantes*(pp.105–140).Madrid:INIA.

Garrido, M., Bañón, S. y Álvarez, D. (2005). Medida del pH. En V. Cañeque y C.Sañudo (Eds), *Estandarización de las metodologías para evaluar la calidad del producto (animal vivo, canal, carne y grasa) en los rumiantes*(pp. 206-215). Madrid: INIA.

Gómez Miller, R. (2004). *La invernada como sistema de producción de carne*. Recuperado de: <http://www.inia.org.uy/prado/2004/invernada.htm>.

Grassi, C. y Müller, L. (1991). Efeito do manejo de vacas de descarte no desempenho e nas características da carcaça. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, 26(8), 1175–1181.

Gregory, K., Cundiff, L. y Koch, R. (1982). Comparison in crossbreeding systems and breeding stocks used in suckling herds of continental and temperate areas. *Proceedings of the World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*, 5, 482–503.

- Hargreaves, A., Barrales, L., Peña, I., Larraín, R. y Zamorano, L. (2004). Factores que influyen en el pH último e incidencia de corte oscuro en canales de bovinos. *Revista Latinoamericana de Ciencias Agrarias*, 31(3), 155-166.
- Haydock, K.P. y Shaw, N.H. (1975). The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry*, 15, 663-670.
- Hodgson, J. (1985). The control of herbage intake in the grazing ruminant. *Proceedings of the Nutrition Society*, 44, 339-346.
- Honikel, K.O. (1998) Reference Methods for the Assessment of Physical Characteristics of Meat. *Meat Science*, 49(4), 447-457.
- Huff, E.J. y Parrish, J. R. (1993) Bovine longissimus muscle tenderness as affected by postmortem ageing time, animal age and sex. *Journal of Food Science*, 58(4), 713-716.
- Huff, E.J. y Parrish, J.R. (1993). Bovine longissimus muscle tenderness as affected by postmortem ageing time, animal age and sex. *Journal of Food Science*, 58(4), 713-716.
- Immonen, K.M., Ruusunen, E. y Puolanne, E. (2000) .Some effects of residual glycogen concentration on the physical and sensory quality of normal pH beef. *Meat Science*, 55:33-38.
- INAC (s.f. a). *Clasificación y Tipificación carne vacuna*. Recuperado de: <https://www.inac.uy/innovaportal/v/1776/2/innova.front/clasificacion-y-tipificacion-carne-vacuna>.

INAC (s.f. b) *Uruguay, país ganadero*. Recuperado de: <https://www.inac.uy/innovaportal/v/3104/17/innova.front/uruguay-pais-ganadero>.

INAC (2012). *Algunas definiciones prácticas*. Recuperado de: [http://www.inac.gub.uy/innovaportal/file/6351/1/algunas\\_definiciones\\_practicas.pdf](http://www.inac.gub.uy/innovaportal/file/6351/1/algunas_definiciones_practicas.pdf).

INAC (2019). *Informe Estadístico Año Agrícola 2018-2019*. Recuperado de: <http://www.inac.uy/innovaportal/file/18513/1/informe-ano-agricola.pdf>.

INAC, INIA, CSU (2003) *Auditoria de calidad de la carne vacuna*. Montevideo:Monteverde.

IPCVA (2014). *Instituto de Promoción de la Carne Vacuna Argentina*. Recuperado de: <http://www.ipcva.com.ar/vertext.php?id=125> .

Jhonson, E.(1987).Comparison of twelfth rib and rump fat thickness measurements for predicting comercial beef yield in local market carcasses *Australian Journal of Experimental Agriculture*,27, 613-17.

Koch, R.M., Dikeman, M,y Crouse, J.E. (1982). Characterization of biological types of cattle cicle 3: carcass composition, quality and palatability. *Journal of Animal Science*, 54(1), 35-45.

Lagomarsino, X., Brito, G. y Montossi, F (2015). Engorde de vacas de refugio: sistemas de alimentación, productividad y calidad del producto. *Revista INIA*, 41,13–17.

Lagomarsino, X., Cazzuli, F. y Montossi, F. (2015).Antecedentes. En F. Montossi ,*Propuestas Tecnológicas para el engorde de vacas de descarte en las Regiones Ganaderas de Areniscas y Basalto*(pp. 9-27). Montevideo:INIA.

Lawrie RA (1998).*Ciencia de la carne* (3ª ed). Zaragoza,:Acribia.

Lopez De Torre, G. y Carballo, B.(1991).*Manual de bioquímica y Tecnología de la carne*( pp. 15-58). Madrid,:Madrid Vicente.

Luzardo, S., Cuadro, R., Montossi, F. y Brito, G. (2014). Intensificación de sistemas de engorde bovino en la región basáltica En E. Berreta , F. Montossi y G. Brito(Eds.),*Alternativas tecnológicas para los sistemas ganaderos del Basalto*(pp. 127-154). Montevideo:INIA.

Lynch, J.M., Lamb, G.C., Miller, B.L., Brandt, R.T., Cochran, R.C. y Minton, J.E. (1997). Influence of timing of gain on growth and reproductive performance of beef replacement heifers.*Journal of Animal Science*, 75, 1715–1722.

Malterre, C., Robelin, J., Agabriel, J. y Bordes, P. (1989). Engraissement des vaches de réforme de race Limousine. *INRA. Productions Animales*,2(5), 325–334.

Marshali, D. (1999). Genetics of meat quality. En R. Fries y A. Ruvinsky, *The genetics of cattle*( pp. 605 – 636). Wallingford: CAB International.

Matulis, R.J., Mckeith, F. K., Faulkner, D.B., Berger, L.L. y George, P. (1987). Growth and carcass characteristics of cull cows after different times-on-fed. *Journal of Animal Science*, 65(3),669 – 674.

Meirelles, C., Bueno, C.F., Kozicki, L.E., Weiss, R.R. y Segui, M.S. (2007) Avaliação do ganho de peso de novilhas ovariectomizadas por técnica transvaginal. *Revista Acadêmica: Ciência Animal*, 5(3), 303–307.

MGAP-DIEA (2019).*Anuario Estadístico Agropecuario*. Recuperado de: <http://www.mgap.gub.uy/unidad-organizativa/oficina-de-programacion-y-politicas-agropecuarias/publicaciones/anuarios-diea/anuario-estadístico-de-diea-2019>

- Molinero, C., Díaz, M., Sánchez, M., Martínez, B., Vieira, C. y García, M. (2005). Determinación de la proteólisis miofibrilar por electroforesis en el de poliacrilamida (SDS-PAGE). En V. Cañequy C. Sañudo (Eds.), *Estandarización de las metodologías para evaluar la calidad del producto (animal vivo, canal, carne y grasa) en los rumiantes* (pp. 372-380). Madrid: INIA.
- Montossi, F. (2017). *Propuestas tecnológicas para el engorde de vacas de descarte en las regiones ganaderas de areniscas y basalto de Uruguay*. Recuperado de: [https://www.researchgate.net/profile/Fabio\\_Montossi/publication/321868684\\_PROPUESTAS\\_TECNOLOGICAS\\_PARA\\_EL\\_ENGORDE\\_DE\\_VACAS\\_DE\\_DESCARTE\\_EN\\_LAS\\_REGIONES\\_GANADERAS\\_DE\\_ARENISCAS\\_Y\\_BASALTO\\_DE\\_URUGUAY\\_-\\_INIA\\_TACUAREMBO\\_-\\_URUGUAY/links/5a36a2dca6fdcc769fd7b7bb/PROPUESTAS-TECNOLOGICAS-PARA-EL-ENGORDE-DE-VACAS-DE-DESCARTE-EN-LAS-REGIONES-GANADERAS-DE-ARENISCAS-Y-BASALTO-DE-URUGUAY-INIA-TACUAREMBO-URUGUAY.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Fabio_Montossi/publication/321868684_PROPUESTAS_TECNOLOGICAS_PARA_EL_ENGORDE_DE_VACAS_DE_DESCARTE_EN_LAS_REGIONES_GANADERAS_DE_ARENISCAS_Y_BASALTO_DE_URUGUAY_-_INIA_TACUAREMBO_-_URUGUAY/links/5a36a2dca6fdcc769fd7b7bb/PROPUESTAS-TECNOLOGICAS-PARA-EL-ENGORDE-DE-VACAS-DE-DESCARTE-EN-LAS-REGIONES-GANADERAS-DE-ARENISCAS-Y-BASALTO-DE-URUGUAY-INIA-TACUAREMBO-URUGUAY.pdf).
- Montossi, F., Fernández, E., Baldi, F., Brito, G., Banchemo, G., La Manna, A... Pérez, E. (2010). La invernada vacuna de precisión para el Uruguay del siglo XXI: enfoques de un modelo en construcción propuesto por INIA. *INIA Serie Actividades de Difusión*, 609, 51–54.
- Montossi, F., Pigurina, G., Santamarina, I. y Berreta, E (2000). *Selectividad animal y valor nutritivo de la dieta de ovinos y vacunos en sistemas ganaderos: teoría y práctica*. Tacuarembó: INIA.
- Montossi F, Soares de Lima, J.M., Brito, G. y Berretta, E.J. (2014). *Impacto en lo productivo y económico de las diferentes orientaciones productivas y tecnologías propuestas para la región del Basalto*. Recuperado de <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/4259/1/ST-217P557-568pdf.pdf>
- Motter, M.M., Corva, P., Krause, M., Pérez Cenci, M. y Soria. L. (2009). Rol de la calpastatina en la variabilidad de la terneza de la carne bovina. *Journal of Basic and Applied Genetics*, 20(1), 15-24.

- Moura, I., Kuss, F., Moletta, J., Perotto, D., Strack, M. y De Menezes, L. (2013). Terminação em confinamento de vacas de descarte recebendo dietas com diferentes teores de concentrado. *Semina Ciências Agrarias*, 34(1), 399–408.
- Nunes Vaz, F., Restle, J., de Quadros, A., Pascoal, L., Sanchez, L., Rosa, J. y de Menezes, L. (2002). Características da carcaça e da carne de novilhos e de vacas de descarte Hereford, terminados em confinamento. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 31(3), 1501–1510.
- O'Brien, C.A., Bloss, R.E. y Nicks, E.E. (1968). Effects of melengestrol acetate on the growth and reproductive physiology of fattening heifers. *Journal of Animal Science*, 27, 664-670.
- Offer, G., Knight, P. (1998). The structural basis of water holding in meat. General principles and water uptake in meat processing. En R. Lawrie, *Development in Meat Science* (4ª ed., pp. 63 – 170). Oxford: Elsevier.
- Orquera, M.L., Pochon, D.O., Flores, S., Konrad, J. L. y Crudeli, G.A. (2011). Rendimiento de la canal y ganancia de peso en vacas de descarte con inducción del anestro por vías quirúrgica versus mecánica. *Revista Veterinaria*, 22(1): 64–67.
- Paiva Carvalho de, C. R., Marcon, C. C., Kozicki, L. E., Bueno, C. F. y Molli Pereira da Costa, C. E. (2010). Ovariectomia visando à engorda de vacas de corte em confinamento, *Ciências Agrárias e Ambientais*, 8(4), 405–408.
- Palanca (2017). *Maduración de la carne*. Recuperado de: <https://www.palancacarnissers.com/la-maduracion-de-la-carne/>.
- Peluffo Frisco, M. y Monteiro Rodriguez, M. (2002). *Terneza: una característica a tener en cuenta*. IPCVA. Recuperado de <http://www.ipcva.com.ar/vertext.php?id=125>.

- Peralta, J., Feltes, F. y Branda, L. (2013). Ganancia de peso en vacas de descarte suplementadas con expeller de pulpa de coco (AcrocomiatotaiMart) sobre pastura cultivada. *Compendio de Ciencias Veterinarias*, 3(1),11–14.
- Pérez, J. A., Cardozo, O. y Aguerre, V. (2004). Invernada intensiva en predios de área reducida. *Boletín de Divulgación INIA*, 85.
- Pla Torres, M. (2005). Capacidad de retención de agua. *INIA Serie Ganadera*,3, 243 – 250.
- Poppi, D., Hughes, T. y L'Hullier, P. (1987). Intake of pasture by grazing ruminants. *New Zealand Society of Animal Production. Occasional Publication*,10,55-63.
- Priolo, A., Micol, D. y Agabriel, J. (2001). Effects of grass feeding systems on ruminant meat colour and flavour. *Animal Research*, 50, 185-200.
- Realini, C. E., Duckett, S. K., Brito, G. W., Dalla Rizza, M. y De Mattos, D. (2004). Effect of pasture vs. concentrate feeding with or without antioxidants on carcass characteristics, fatty acid composition, and quality of Uruguayan beef. *Meat Science*, 66(3),567-77.
- Restle, J., Lupatini, G., Roso, C. y Soares, A. (1998). Eficiência e desempenho de categorias de bovinos de corte em pastagem cultivada. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 27(2), 397-404.
- Restle, J., Roso, C., Oliveira, A., Alves, D., Pascoal, L. y Rosa, J. (2000). Suplementação energética para vacas de descarte de diferentes idades em terminação em pastagem cultivada de estação fria sob pastejo horário. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 29(4), 1216–1222.
- Restle, J., Vaz, F. N., Bernardes, R. A. C., Pascoal, L. L., Menezes, L. F. G. D., y Pacheco, P. S. (2003). Características de carcaça e da carne de vacas de descarte de diferentes genótipos charolês x nelore, terminadas em confinamento. *Ciência Rural*, 33(2), 345-350.

- Restle, J., Vaz, F., Roso, C., Oliveira, A., Cerdótes, L. y de Menezes, L. (2001). Desempenho e características da carcaça de vacas de diferentes grupos genéticos em pastagem cultivada com suplementação energética. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 30(6), 1813–1823.
- Risso, D. (1981). Influencia del manejo en el comportamiento animal y de la pastura. *CIAAB Miscelánea*, 28, 1-6.
- Risso D. y Zarza, A. (1981). Producción y utilización de pasturas para engorde. Montevideo, *CIAAB Miscelánea*, 28, 7-27.
- Robaina, R. (2012). Algunas definiciones prácticas. Glosario recopilado con actualizaciones en el 2009 y 2012. En *2º Congreso de producción y comercialización de carne : Del campo al Plato*. INAC, Montevideo. Recuperado de: [https://www.inac.uy/innovaportal/file/6351/1/algunas\\_definiciones\\_practicas.pdf](https://www.inac.uy/innovaportal/file/6351/1/algunas_definiciones_practicas.pdf).
- Rovira, J. (1996). *Manejo nutritivo de los rodeos de cría en pastoreo*. Montevideo: Hemisferio Sur.
- Ruiz De Huidobro, F., Miguel E., Anega, E. y Blázquez, B. (2003). Changes in meat quality characteristics of bovine meat during the first 6 days post mortem. *Meat Science*, 65(4), 1469-1446.
- Santini, F., Rearte, D. y Grigera, J. M. (2003). Algunos aspectos sobre la calidad de las carnes bovinas asociadas a los sistemas de producción. En INTA (ed.), *Jornada de Actualización Ganadera* (pp. 29-37). Balcarce: INTA.
- Sañudo, C., Sanchez, A. y Alfonso, A. (1998) Small ruminant production systems and factors affecting lamb meat quality. *Meat Science*, 49(supl 1), S29 – S64.

- Schnell, T.D., Belk, K.E., Tatum, J.D., Miller, R.K. y Smith, G. C. (1997). Performance, carcass, and palatability traits for cull cows fed high-energy concentrate diets for 0, 14, 28, 42, or 52 days. *Journal Animal Science*, 75, 1195-1202.
- Soares De Lima, J.M. y Xavier, J. (1997). *Algunos factores que afectan la variación de pH postmortem de la carne vacuna*. (Tesis de grado inédita). Facultad de Agronomía. Universidad de la República.
- Sobre colores (2010). *Modo de color Lab*. Recuperado de; <https://sobrecolors.blogspot.com/2010/03/modo-de-color-lab.html>.
- Sorheim, O. y Hildrum, K. (2002). Muscle stretching techniques for improving meat tenderness. *Trends in Food Science & Technology*, 13, 127-135.
- Soria, L. y Corva, P. (2004). Factores genéticos y ambientales que determinan la terneza de la carne bovina. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, 12 (2), 73-88.
- Stolowski, G., Baird, B., Miller, R., Savell, J., Sams, A., Taylor, J... Smith, S. (2006). Factors influencing the variation in tenderness of seven major beef muscles from three Angus and Brahman breed crosses. *Meat Science*, 73(3), 475-483.
- Takahashi, K. (1996). Structural weakening of skeletal muscle tissue during post-mortem ageing of meat; the non-enzymatic mechanism of meat tenderization. *Meat Science*, 43(S1), 67-80.
- Tarrant, P.V. (1990). Transportation of cattle by road. *Applied Animal Behavior Science*, 28: 153-170.
- Turin, E.M., Nagle, C. A, Lahoz, M., Turin, M., Mendizabal, A. F. y Escofet, M.B. (1997). Effects of a copper-bearing intrauterine device on the ovarian function, body weight gain and pregnancy rate of nulliparous heifers. *Theriogenology*, 47, 1327-1336.

Warris, P.D. (1984). The behavior and blood profile of bulls with produce dark cutting meat. *Journal Science Food Agriculture*,35,863– 868.

Warris, P.D. (2001). *MeatScience:An Introductory Text*. Wallingford:Cabi.

Wheeler, T.L. y Koohmaraie, M. (1994). Pre rigor and post rigor changes in tenderness of ovine longissimus muscle. *Journal of Animal Science*, 72,1232- 1238.

Wheeler, T.L., Savell, J.W., Cross, H.R., Lunt, D.K. y Smith, S.B. (1994). Mechanism associated with the variation in tenderness of meat from Brahman and Hereford cattle. *Journal of Animal Science*, 68,4206-4220.

Wulf, D., O`Connor, S., Tatum, J. y Smith, G. (1997). Using objective measures of muscle color to predict beef Longissimus tenderness. *Journal of Animal Science*, 75(3),684-692.

Xiong, Y., Mullins, O., Stika, J., Chen, J., Blanchard, S. y Moody, W. (2007). Tenderness and oxidative stability of post-mortem muscle from mature cows ofvarious ages. *MeatScience* 77, 105-113.

Zea, J., Díaz, M. y Carballo, J. (2007). Efecto de la raza, sexo y alimentación en la calidad de la carne de vacuno. *Archivo de Zootecnia*, 56(1), 737-743.