

CAPÍTULO III

OBJETIVOS Y PROCEDIMIENTOS EXPERIMENTALES

Lagomarsino, Ximena *
Montossi, Fabio **

1. INTRODUCCIÓN

En el presente capítulo se presentarán los objetivos y procedimiento experimentales aplicados en esta línea de investigación de engorde de vacas de descarte sobre verdeos invernales y suplementación con afrechillo de arroz, llevados a cabo en las Unidades Experimentales “Glencoe” y “La Magnolia” pertenecientes a INIA Tacuarembó, estando la primera ubicada sobre suelos de Basalto y la segunda sobre suelos de Areniscas Tacuarembó-Rivera. Se utilizaron vacas de la raza Hereford y Braford, sobre Basalto y Areniscas, respectivamente.

2. OBJETIVOS

El objetivo general de estos trabajos experimentales fue evaluar el efecto de diferentes niveles de asignación de forraje (NOF) en verdeos invernales (avena y raigrás) y diferentes niveles de suplementación con afrechillo de arroz durante el periodo otoño-invernal sobre la respuesta animal, calidad de la canal y la carne de vacas Hereford y Braford, según tipo de suelo (Basalto o Areniscas).

Los objetivos específicos fueron:

- Caracterizar la incidencia de la asignación de forraje y el nivel de suplementación, sobre la productividad, utilización, composición botánica y valor nutritivo de verdeos invernales.
- Evaluar el efecto de diferentes sistemas de alimentación sobre la productividad y conducta animal de vacas de descarte de las razas Hereford y Braford, según tipo de suelo.
- Evaluar el efecto de diferentes sistemas de alimentación sobre la composición de

la canal *in vivo* de vacas de descarte de las razas Hereford y Braford, según tipo de suelo.

- Evaluar el efecto de diferentes sistemas de alimentación sobre la calidad de la canal y la carne de vacas de descarte de las razas Hereford y Braford, según tipo de suelo.
- Generar coeficientes técnicos que permitan evaluar el impacto económico de las propuestas tecnológicas generadas.

3. PROCEDIMIENTOS EXPERIMENTALES

El presente trabajo experimental constó de la realización de cinco experimentos realizados con características similares a lo largo de tres años (2013, 2014 y 2015) en las Unidades Experimentales pertenecientes a INIA Tacuarembó; Unidad Experimental “Glencoe” y “La Magnolia” (Basalto y Areniscas, respectivamente).

Todos los experimentos fueron llevados a cabo de acuerdo con las recomendaciones establecidas por la Comisión Honoraria de Experimentación Animal del Uruguay (CHEA).

3.1. Localización

3.1.1. Unidad Experimental “Glencoe”

Del total de experimentos realizados, dos experimentos fueron realizados en la Unidad Experimental “Glencoe” (UEG) de INIA Tacuarembó ubicada en la región Basáltica de Uruguay (32° 00' 24", S, 57° 08' 01" O, 124 metros sobre el nivel del mar). Los suelos de esta Unidad pertenecen a la Unidad “Queguay Chico”, predominando los suelos superficiales negros, superficiales pardo-rojizos

y profundos, ocupando el 37, 33 y 30%, respectivamente (Berreta *et al.*, 2001).

3.1.2. Unidad Experimental “La Magnolia”

Los restantes tres experimentos fueron llevados a cabo en la Unidad Experimental “La Magnolia” (UELM) de la región de Areniscas (31° 42' 05" S, 55° 47' 56" O, 127 metros sobre el nivel del mar). Esta Unidad se encuentra sobre la formación de Areniscas de Tacuarembó-Rivera y está desarrollada sobre areniscas gris amarillentas y rojas, suelos profundos, de textura liviana y alta disponibilidad de agua pero de baja fertilidad (Allegrí y Formoso, 1978).

3.2. Información climática

En el Cuadro 1 se presenta la información de los registros pluviométricos totales anuales y promedios de una serie histórica desde el año 2003 hasta el año 2015 y en el Cuadro 2 se observan las precipitaciones ocurridas durante el periodo en que se realizaron los experimentos (mayo a setiembre) en relación a la misma serie histórica en la UEG y en la UELM. En el Cuadro 3 se muestra el promedio de temperatura máxima, mínima y promedio (°C) durante el periodo de evaluación en cada Unidad Experimental y en años anteriores (2010-2012).

Cuadro 1. Registros pluviométricos totales anuales y promedio anual (mm) en la Unidad Experimental “Glencoe” y Unidad Experimental “La Magnolia”.

Años	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Promedio
Unidad Experimental “Glencoe”														
Total (mm)	1385	893	1453	1081	1550	872	1434	1568	1173	1821	1346	1664	1024	1328
Promedio (mm)	115	74	121	90	129	73	120	131	98	152	112	139	85	111
Unidad Experimental “La Magnolia”														
Total (mm)	1783	830	1574	923	1595	987	1602	1433	1095	1595	1375	1968	1492	1404
Promedio (mm)	149	69	131	77	133	82	133	119	91	133	115	164	124	117

Cuadro 2. Registros pluviométricos (mm) en la Unidad Experimental “Glencoe” y “La Magnolia”.

	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Promedio
Unidad Experimental “Glencoe”							
Precipitaciones (mm) – 2013	212	75	46	6	153	196	115
Precipitaciones (mm) – 2014	95	76	205	53	100	61	98
Promedio 2003 – 2014	123	80	61	82	81	121	91
Unidad Experimental “La Magnolia”							
Precipitaciones (mm) – 2013	200	38	46	36	169	185	200
Precipitaciones (mm) – 2014	70	39	163	17	204	300	70
Precipitaciones (mm) – 2015	144	95	64	275	105	253	144
Promedio 2003 – 2015	126	103	66	84	107	159	126

Cuadro 3. Temperatura (°C) en la Unidad Experimental “Glencoe” y “La Magnolia”.

		Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre
Unidad Experimental “Glencoe”							
Temperatura máxima (°C)	2010-12	26,3	25,1	27,3	29,7	28,6	28,2
Temperatura mínima (°C)		2,2	-2,0	-3,8	-0,6	2,1	6,7
Temperatura promedio (°C)		15,0	11,4	9,9	13,1	15,6	16,6
Temperatura máxima (°C)	2013	25,7	24,7	27,06	28,74	34,85	23,5
Temperatura mínima (°C)		-0,4	-0,4	-0,5	-2,6	-0,8	9,8
Temperatura promedio (°C)		14,1	11,8	11,6	11,0	15,0	16,6
Temperatura máxima (°C)	2014	25,4	24,0	25,6	30,2	29,3	35,6
Temperatura mínima (°C)		0,4	-0,4	-0,9	0	4,6	5,4
Temperatura promedio (°C)		13,2	11,7	12,3	14,2	15,5	19,3
Unidad Experimental “La Magnolia”							
Temperatura máxima (°C)	2010-12	26,2	25,4	27,9	29,4	27,1	28,4
Temperatura mínima (°C)		-1,0	-2,7	-1,9	0,1	2,3	0,9
Temperatura promedio (°C)		14,4	11,8	10,9	14,4	15,4	15,0
Temperatura máxima (°C)	2013	25,0	24,0	26,8	27,0	34,2	30,8
Temperatura mínima (°C)		-1,7	-1,5	-1,9	-1,0	-0,4	3,5
Temperatura promedio (°C)		13,4	11,8	11,6	11,2	15,0	17,3
Temperatura máxima (°C)	2014	23,2	25,7	24,8	30,2	30,7	34,9
Temperatura mínima (°C)		-1,6	-2,7	-2,0	-2,5	3,4	6,4
Temperatura promedio (°C)		13,6	11,5	12,2	13,2	15,3	18,6
Temperatura máxima (°C)	2015	27,9	28,6	27,4	32,3	32,3	30,5
Temperatura mínima (°C)		-1,0	-4,4	-3,4	3,6	-2,3	3,6
Temperatura promedio (°C)		15,1	12,4	11,7	16,4	14,1	15,6

Las precipitaciones anuales promedio ocurridas durante los años de evaluación 2013 y 2015 donde se desarrolló esta línea de trabajo experimental en ambos sitios experimentales, se encontraron en términos generales dentro del promedio de la serie histórica tenida en cuenta, con la excepción del año 2014, donde las mismas fueron superiores en ambas regiones de estudio. Con una alta variabilidad mensual, se observan registros pluviométricos similares durante los meses de engorde de las vacas de descarte con respecto al promedio de la serie histórica. La mayor desviación al promedio histórico se registró en la Unidad Experimental “La Magnolia”, por debajo (2014) y por encima (2013).

En términos generales, en los registros promedio de temperatura, no se encontraron

diferencias en los meses de estudio de los años de evaluación y la serie histórica considerada.

3.3. Duración y ubicación de acuerdo a cada Unidad Experimental y año de evaluación

Los ensayos fueron realizados por dos años consecutivos (2013 y 2014) en la UEG y durante tres años consecutivos (2013, 2014 y 2015) en la UELM. En el Cuadro 4 se presenta la información de inicio, fin y duración de cada ensayo según año y Unidad Experimental. A su vez, la superficie total (ha) que ocuparon. Luego de finalizado el periodo de engorde los animales fueron faenados en un establecimiento comercial (Frigorífico Tacuarembó - MARFRIG) y los

análisis correspondientes a la calidad de carne fueron realizados en el Laboratorio de Tecnología de la Carne, perteneciente a INIA Tacuarembó.

Cuadro 4. Inicio, fin y duración en días de cada ensayo según año y Unidad Experimental.

	Inicio	Fin	Duración (días)	Superficie total (ha)
Año	Unidad Experimental "Glencoe"			
2013	15 mayo	23 setiembre	130	36
2014	10 julio	30 octubre	112	34
	Unidad Experimental "La Magnolia"			
2013	27 mayo	16 setiembre	112	12
2014	19 junio	3 noviembre	137	26
2015	12 mayo	26 agosto	106	16

3.4. Tratamientos y diseño experimental

En la Unidad sobre Basalto (UEG) se utilizaron un total de 40 vacas de descarte de la raza Hereford en ambos años. Sobre Areniscas (UELM), se utilizaron 30 y 40 vacas de descarte de la raza Braford durante el año 2013 y 2014/2015, respectivamente. Para cada uno de los tratamientos (T) experimentales, los animales fueron asignados aleato-

riamente según su peso vivo (PV) y edad a los diferentes T (n=10). Dentro de cada T se utilizaron 2 repeticiones con cinco animales cada una (n=5). Cada T resultó de la combinación de un nivel de oferta de forraje (NOF) y suplementación con afrechillo de arroz (AA). El Cuadro 5 muestra la caracterización de los T aplicados y el PV inicial para la UEG y en el Cuadro 6 para la UELM, según año de estudio.

Cuadro 5. Tratamientos experimentales aplicados según año para la Unidad Experimental "Glencoe".

	Tratamiento	1	2	3	4
2013	Nomenclatura	NOF2	NOF4	NOF2 + AA0,8	NOF2 + AA1,6
	Pastura	Avena + raigrás espontáneo			
	Nivel de oferta de forraje (% Peso vivo, PV)	2	4	2	2
	Nivel de suplementación (%PV)	0	0	0,8	1,6
	Peso Vivo inicial (kg)	480,2	480,6	480,5	479,5
2014	Nomenclatura	NOF2	NOF4	NOF2 + AA0,6	NOF2 + AA1,2
	Pastura	Avena			
	Nivel de oferta de forraje (%PV)	2	4	2	2
	Nivel de suplementación (%PV)	0	0	0,6	1,2
	Peso Vivo inicial (kg)	422,1	422,3	422,2	422,7

Cuadro 6. Tratamientos experimentales aplicados según año para la Unidad Experimental “La Magnolia”.

	Tratamiento	1	2	3	4
2013	Nomenclatura	NOF2	NOF4	NOF2 + AA0,8	
	Pastura	Avena + raigrás			
	Nivel de oferta de forraje (% Peso vivo, PV)	2	4	2	
	Nivel de suplementación (%PV)	0	0	0,8	
	Peso Vivo inicial (kg)	446,9	447,9	444,0	
2014	Nomenclatura	NOF2	NOF4	NOF2 + AA0,6	NOF2 + AA1,2
	Pastura	Avena + raigrás			
	Nivel de oferta de forraje (%PV)	2	4	2	2
	Nivel de suplementación (%PV)	0	0	0,6	1,2
	Peso Vivo inicial (kg)	424,8	424,3	424,6	424,1
2015	Nomenclatura	NOF2	NOF4	NOF2 + AA0,6	NOF2 + AA1,2
	Pastura	Avena + raigrás			
	Nivel de oferta de forraje (%PV)	2	4	2	2
	Nivel de suplementación (%PV)	0	0	0,6	1,2
	Peso Vivo inicial (kg)	453,5	453,7	453,6	453,3

En el Cuadro 7 se presenta el manejo previo y durante la siembra de los verdeos utilizados según el año de evaluación para la UEG y en el Cuadro 8 para la UELM.

Cuadro 7. Manejo previo y durante la siembra de los verdeos utilizados según año de evaluación en la UEG.

Labor	2013	2014
Material genético	<i>Avena bizantina</i> cv. INIA Halley	
Método de siembra	Directa, en línea	
Fecha de siembra	26 de marzo	23 de abril
Densidad de siembra	100 kg/ha	
Fertilización a la siembra	100 kg/ha de 25/33/0 (NPK)	
Refertilización	60 kg/ha de 46/0/0	

Cuadro 8. Manejo previo y durante la siembra de los verdeos utilizados según año de evaluación en la UELM.

Labor	2013		2014	2015
Material genético	<i>Avena strigosa</i> cv. Azabache + <i>Lolium multiflorum</i> cv. INIA Camaro	<i>Lolium multiflorum</i> cv. INIA Camaro	<i>Avena strigosa</i> cv. Azabache + <i>Lolium multiflorum</i> cv. INIA Camaro	<i>Avena bizantina</i> cv. INIA Halley + <i>Lolium multiflorum</i> cv. INIA Camaro
Método de siembra	Directa, en línea			
Fecha de siembra	22 de marzo	3 de abril	26 y 27 de marzo	30 de marzo
Densidad de siembra	90 kg/ha de avena + 15 kg/ha raigrás	20 kg/ha	90 kg/ha de avena + 15 kg/ha raigrás	90 kg/ha de avena + 20 kg/ha raigrás
Fertilización a la siembra	120 kg/ha de 25/33/0 (NPK)	150 kg/ha de 25/33/0 (NPK)	100 kg/ha de 25/33/0 (NPK)	
Resiembra	-	-	11 de abril	-
Refertilización	60 kg/ha de 46/0/0	100 kg/ha de 46/0/0	60 kg/ha de 46/0/0	100 kg/ha de 46/0/0

En ambos tipos de suelo y para cada tratamiento en cada año, se asignaron parcelas de pastoreo según el NOF de 2 o 4%, en función del PV de los animales y la disponibilidad de forraje de cada parcela. El área de pastoreo se calculó para 14 días, subdividiendo las mismas en sub-parcelas de 7 días de ocupación.

En los tratamientos en donde correspondió la suplementación se les ofreció a los animales afrechillo de arroz (AA) sin desgrasar a razón del 0,8 y el 1,6% del PV según tratamiento durante el primer año de estudio (2013) y del 0,6 y el 1,2% del PV en los restantes años (2014 y 2015).

Previo al comienzo de cada estudio los animales tuvieron un periodo de acostumbramiento al consumo de suplemento durante 10 días, en donde se incrementaba diariamente el nivel de suplemento ofrecido hasta alcanzar la suplementación deseada según tratamiento. Al finalizar dicha etapa y comenzado el periodo experimental, la suplementación se realizó diariamente a los niveles anteriormente mencionados.

El ofrecimiento de suplemento se realizó en comederos grupales ubicados en cada parcela a primera hora de la mañana. El ajuste

del nivel de suplementación se realizó según el PV de los animales cada 14 días, coincidiendo con la pesada de los mismos.

A su vez, en cada parcela de pastoreo los animales disponían de bebederos grupales con agua de bebida *ad libitum* y bloques de sal mineral (4% P, 16% Ca, 1% Mg y 47% NaCl). El Anexo 1 presenta la composición química de los bloques comerciales de minerales utilizados.

3.5. Determinaciones

3.5.1. Variables evaluadas en las pasturas

En las pasturas fueron realizadas las mediciones de disponibilidad de materia seca (total y verde), altura del forraje, composición botánica y valor nutritivo de la pastura ofrecida a los animales y del remanente luego de cada periodo de pastoreo.

- **Disponibilidad de materia seca:** Para la estimación de disponibilidad de materia seca ofrecida y remanente fueron realizados cortes en la pastura, llevados a cabo con tijera de aro a 3 cm del suelo, unificando el criterio entre los diferentes operarios. El forraje ofrecido se determinó previo a la entrada de cada parcela para determinar

el área a ser asignada a cada tratamiento, considerando un NOF de 2% o 4%, según tratamiento, realizando 8 cortes por parcela con un rectángulo de 20 x 50 cm, totalizando 64 cortes/ciclo. Luego de cada periodo de pastoreo se determinó la disponibilidad de materia seca del forraje remanente, realizando 4 cortes en cada sub-parcela de pastoreo (ocupación de 7 días), totalizando 32 cortes por semana. A las muestras obtenidas de forraje ofrecido y remanente de cada parcela se las pesó individualmente en verde y luego se las juntó en un único pool de forraje (ofrecido o remanente) y se retiraron dos sub-muestras para ser pesadas individualmente en verde. Estas muestras se colocaron en una estufa de aire forzado durante un periodo aproximado de 48 horas a 60 °C, hasta obtener un peso constante. De esta forma, se estimó el porcentaje de materia seca de cada repetición para la estimación del forraje ofrecido y el forraje remanente.

- **Altura de forraje:** La medición de altura de forraje se registró tanto para el forraje disponible como para el remanente utilizando una regla graduada en centímetros, unificando el criterio entre operarios. Las medidas eran registradas en cada sub-parcela de ocupación de 7 días, tomando 5 medidas dentro de cada rectángulo de corte y 30 al azar en el resto de cada sub-parcela (Montossi *et al.*, 1999).
- **Composición botánica:** Del pool resultante del total de los cortes realizados en cada sub-parcela para el forraje disponible y remanente, se tomó otra sub-muestra, la cual se utilizó para la determinación de la composición botánica. A cada una de estas sub-muestras se las separó en forraje verde y seco y dentro del forraje verde se separó en avena (separando la hoja del tallo), raigrás (separando la hoja del tallo), otras gramíneas, leguminosas y malezas. Estas fracciones se pesaron en verde y luego se secaron durante 48 horas a 60°C, hasta peso constante, determinando el peso seco de las mismas (Montossi *et al.*, 2000).

- **Valor nutritivo:** Las muestras obtenidas para determinación de disponibilidad de forraje disponible y remanente de cada ciclo de corte según tratamiento, fueron utilizadas posteriormente para el estudio del valor nutritivo del forraje. Las mismas fueron molidas en INIA Tacuarembó para luego ser enviadas al Laboratorio de Nutrición Animal del INIA La Estanzuela donde se determinaron los porcentajes fibra detergente neutra (FDN), fibra detergente ácida (FDA) (Van Soest, 1982), proteína cruda (PC), cenizas (C) (A.O.A.C, 1984) y digestibilidad de la materia orgánica (DMO).

3.5.2. Variable evaluada en el suplemento

- **Valor nutritivo:** De cada bolsa de afrechillo utilizada para la alimentación animal se retiró una muestra representativa a efectos de construir un pool semanal para la determinación de las fracciones de FDA, FDN (Van Soest, 1982), PC, C (A.O.A.C, 1984) y digestibilidad de la materia orgánica (DMO) en el Laboratorio de Nutrición Animal del INIA La Estanzuela.

3.5.3. Variables evaluadas en los animales

- **Peso vivo:** desde el comienzo de cada experimento hasta el final del periodo de engorde los animales fueron pesados de la siguiente manera:
 - o **Peso vivo lleno (PVLI)** – temprano en la mañana, previo al ingreso de la sub-parcela 1 de cada ciclo de pastoreo. Estos datos se registraron al inicio, cada 14 días y al final del experimento previo a la faena.
 - o **Peso vivo vacío (PVv)** – se realizó a primera hora de la mañana, luego de 16 horas de ayuno aproximadamente, al inicio del experimento, cada 42 días y al final del mismo.
- **Sanidad:** Previo al comienzo del experimento las vacas fueron tratadas según el plan sanitario recomendado para esta categoría, teniendo en cuenta el control de

aftosa, saguapé y garrapata. Para el manejo parasitario se obtuvieron muestras de materia fecal al inicio del experimento y posteriormente cada 28 días, coincidiendo con las fechas de pesadas, a efectos de realizar el análisis coprológico de las mismas en el Laboratorio de Sanidad Animal de INIA Tacuarembó.

- Conducta animal: La conducta animal en pastoreo se realizó el quinto día de la entrada de la semana de pastoreo de la sub-parcela 2 en cada año de estudio y Unidad Experimental. Todos los animales fueron identificados a través del pintado de un número en cada flanco, de manera de poder determinar los componentes de la conducta animal en pastoreo cada 15 minutos durante las horas luz del día. La misma fue llevada a cabo durante las horas luz del día, determinando las siguientes actividades: pastoreo, rumia, caminar, descansar (incluyendo juegos, rascado, etc.), consumo de suplemento, sal o agua. Por su parte, se midió la tasa de bocados durante 4 momentos del día (2 matutinas y 2 vespertinas), coincidiendo con los picos de pastoreo, registrando el tiempo empleado por los animales en realizar 20 bocados, según la metodología desarrollada por Jamieson y Hodgson (1979). La conducta animal se realizó por cuatro observadores que tenían a su cargo dos parcelas, las cuales rotaban cada tres horas aproximadamente para completar en el día todas las parcelas. El procedimiento se realizó con el objetivo de controlar la variación individual entre los observadores (Montossi, 1995).
- Consumo de suplemento: el suministro de suplemento se realizó en forma diaria al 0,8 o 1,6% del PV (en base fresca) según tratamiento en el año 2013 y 0,6 y 1,2 % PV en los años 2014 y 2015, ajustando cada quince días su asignación según el PV promedio de cada T suplementado.
- Características de la canal *in vivo*: por el método de ultrasonografía (ecógrafo

Aloka SSD 550, transductor de 3,5 MHz: Biotronics) fueron medidas las siguientes características de la canal al inicio del experimento, cada 28 días y al final del mismo (Whittaker *et al.*, 1992):

- o Área de ojo de bife (AOB) – corresponde a la medida de la sección transversal del músculo *Longissimus dorsi* y se mide siguiendo el contorno de este músculo a la altura del 10º espacio intercostal o entre la 12 – 13ª costilla.
- o Espesor de grasa subcutánea (EGS) – es la profundidad del tejido graso sobre el área de ojo de bife a nivel de la 12 – 13ª costilla. Consiste en la medición a una distancia equivalente a las $\frac{3}{4}$ partes de longitud de este músculo desde la espina dorsal.
- o Espesor de grasa a nivel del cuadril (P8) – es la medición realizada en la intersección de los músculos *Gluteus medius* (cuadril) y *Bíceps femoris* en la región de la cadera, paralelo a la columna vertebral.
- o Contenido de grasa intramuscular (GIM) – se determina sobre el músculo *Longissimus dorsi* y es un estimador del grado de terminación del animal. Se mide sobre el plano longitudinal entre la última vertebra dorsal y la primera vértebra lumbar.

3.5.4. Variables calculadas

- Ganancia media diaria de peso vivo (GMD): a partir de los pesos promedios de cada T se determinó la GMD obtenido durante todo el periodo experimental para el PVLI y PVv.
- Producción de peso vivo por unidad de superficie (kg/ha): a partir de la superficie pastoreada por cada tratamiento y la ganancia de peso (vacío) obtenida durante el periodo de engorde se determinó la producción de carne por unidad de superficie para cada tratamiento.

- Eficiencia de conversión (EC): es la relación entre las unidades de producto obtenido por unidad de suplemento consumido. La misma fue determinada de acuerdo a la siguiente fórmula: $EC = MS \text{ (kg/animal) consumida por animales suplementados / (ganancia de animales suplementados - ganancia de animales no suplementados (kg))}$
- Peso de canal enfriada (PCE): derecha e izquierda 48 horas post faena, luego de un periodo de refrigeración (Robaina, 2002).
- Medidas morfológicas de las canales: en la zona de cuarteo se realizaron medidas lineales en la media canal izquierda, obtenidas mediante el uso de cintas métricas, registrándose la longitud de la canal y la pierna y el perímetro de pierna (Feed, 2010).

3.6. Variables evaluadas en la canal

En playa de faena, el día que los animales fueron faenados se midió:

- Peso de canal caliente (PCC): derecha e izquierda, obtenido luego de finalizado el proceso de faena (Robaina, 2002).
- Grado de conformación de INAC: Se clasificó con las letras de la sigla INACUR, donde "I" es la relación óptima y "R" la más deficiente. Las reses tipificadas como "I" son las que muestran un gran desarrollo muscular en todas las regiones anatómicas, correspondiendo a reses cilíndricas, largas y de aspecto compacto. Presentan líneas convexas y un excelente arqueado de costillas, lo que las hace anchas y profundas en las regiones de mayor valor (dorso- lomo). Las reses tipificadas como "R" presentan una marcada carencia muscular, y sus contornos aparecen muy deprimidos, ahuecados, siguiendo prácticamente la línea del esqueleto, que es apreciable en todas sus partes (INAC, 1997).
- Grado de terminación de INAC: Se evaluó la relación carne/grasa de la canal, con los valores numéricos 0, 1, 2, 3 y 4. Las reses agrupadas en el grado 4 presentan una cobertura excesiva de grasa y las reses de grado 0 presentan una cobertura muy escasa o carencia total (INAC, 1997).
- Color de grasa: el color de la grasa fue registrado en base a la escala Aus-Meat de 9 grados de color (Aus-Meat, 2016).
- Madurez esquelética según USDA: clasificación basada en el estado fisiológico a nivel óseo y cartilaginoso. La escala de madurez avanza de "A" hacia "E", a medida que la osificación se vuelve evidente. Los cartílagos evaluados para determinar madurez fisiológica de las canales vacunas son aquellos asociados con el espinazo, excepto la cervical (pescuezo). Las costillas son redondas y rojas en el grado de madurez "A", mientras que en el grado "E" son anchas y chatas. Las diferentes categorías de madurez esquelética para las condiciones de Estados Unidos varían de acuerdo a la edad cronológica (Hale *et al.*, 2013).
- Clasificación de canales según USDA: basada en los grados de grasa intramuscular y los grados de madurez. La clasificación es la siguiente: Prime, Choice, Select, Standard, Commercial, Utility y Cutter (Hale *et al.*, 2013).
- Peso del corte pistola: divididos a la altura de la 10^a – 11^a costilla.
- Peso de los principales cortes del pistola: en el proceso de desosado se registraron los pesos de los principales cortes "tipo Inglaterra": lomo, bife, cuadril, nalga de adentro y de afuera, bola de lomo, colita de cuadril, tortuga con banana y garrón. Fueron pesados los recortes de grasa, carne y huesos (Carballo *et al.*, 2005).

En zona de cuarteo y desosado: a las 48 horas post faena se realizaron las siguientes medidas:

3.7. Variables evaluadas en la carne

Del músculo *Longissimus dorsi* (LD) de cada animal fue tomada una muestra, las cuales fueron maduradas según los requerimientos necesarios en 2, 7, 14 y 21 días de maduración a una temperatura entre 2 y 4°C en el Laboratorio Tecnológico de la Carne de INIA Tacuarembó, donde se evaluó:

- pH a las 48 horas: el pH final fue medido en el músculo *Longissimus dorsi*, utilizando un pHmetro (Hanna 9125) con dispositivo de gel. El mismo presenta un terminal diseñado específicamente para su inserción dentro del músculo y calibrado con 2 buffers de pH (4 y 7). El terminal es lavado con alcohol, y entre usos con agua. Las muestras son homogeneizadas en solución buffer de sucrosa y el pH se determinó en dicha solución de sucrosa y carne, constituyendo esto el procedimiento standard de laboratorio para medir pH del músculo.
- Grado de marmóreo: clasificación subjetiva de acuerdo del Sistema de Clasificación de Calidad de Canales del Departamento de Agricultura de EEUU – Quality Grade (USDA), según el grado de grasa intramuscular. La escala de marmóreo es la siguiente: desprovisto (D) de 0 – 99, prácticamente desprovisto (Pd) de 100 – 199, trazas (200 - 299), leve (Sl) de 300 – 399, poco (Sm) de 400 – 499, modesto (Mt) de 500 – 599, moderado (Md) de 600 – 699, levemente abundante (Sl A) 700 – 799, moderadamente abundante de 800 – 899 y abundante (A) de 900 – 999 (Hale *et al.*, 2013).
- Fuerza de corte: las determinaciones fueron realizadas en bifes de 2,54 cm de espesor para 2, 7, 14 y 21 días de maduración. Los bifes fueron envasados en bolsas de polietileno y cocinados a “Baño de María” hasta lograr una temperatura interna de 70°C. De cada bife fueron extraídas 6 muestras de 1,27 cm de diámetro, removidas en forma paralela a la orientación longitudinal de las fibras del músculo y cortados con instrumento de corte Warner Bratzel modelo D2000 WB. El promedio de los 6 cortes es considerado el valor de fuerza de corte (Wheeler *et al.*, 1994).
- Color de la carne: las lecturas se realizaron sobre el músculo *Longissimus dorsi* por evaluación objetiva, con el uso de un colorímetro MINOLTA (modelo CR-400) para 2, 7, 14 y 21 días de maduración, con la determinación de los tres parámetros de color L*, a* y b* tomadas por triplicado en cada músculo, utilizando el promedio de ellas. El parámetro L* es el brillo y es directamente proporcional a la reflectancia de la luz reflejada, donde los valores van desde 0 (negro) a 100 (blanco); a* corresponde a las tonalidades de rojo, donde los valores positivos corresponden al rojo y los negativos se acercan al verde; b* mide el grado de amarillamiento, siendo los colores de amarillo los valores positivos y las tonalidades de azul los valores negativos.
- Contenido total de lípidos y composición de ácidos grasos: La grasa intramuscular se extrajo según la metodología de Bligh y Dyer (1959). Para la determinación de ácidos grasos (AG) se tomaron 0,03 g de grasa que se disolvieron con 2 ml de hexano y luego se agregó 1 ml de una solución saturada de KOH en metanol, agitándose por 2 minutos (min) y dejando reposar 30 min. De la fase superior, se tomó una alícuota para inyectar en un cromatógrafo de gases (Marca Konik, modelo HRGC 4000B). Las condiciones para el análisis fueron: volumen de inyección 1 microl, rampa de temperatura 80 °C por 0,5 min, 3 °C/min a 165 °C por 10 min, 10 °C /min a 180 °C por 2 min, 15 °C /min a 250 °C durante 13 min, siendo el total de la corrida 28,6 min. La identificación de los ésteres metílicos se realizó por comparación de los tiempos de retención con un FAME de SupelcoMix Component. Los AG fueron expresados como % de la suma total de AG identificados y se determinaron las relaciones entre los AG saturados y poliinsaturados y los AG n-6 y n-3.

3.8. Diseño experimental

El diseño experimental fue un diseño completamente al azar (DCA) en todos los experimentos, con dos repeticiones en cada uno. Los resultados de disponibilidad de forraje y altura de la pastura fueron analizados con el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS (SAS, 2013) Los resultados de PV lleno y vacío, ganancia de peso vivo y medidas realizadas por ultrasonografía (área de ojo de bife, espesor de grasa subcutánea

y grado de marmoreo) fueron analizados a través del procedimiento MIXED del paquete estadístico SAS, como medidas repetidas en el tiempo. La producción de peso vivo por unidad de superficie, los resultados de calidad de canal (PCC y PCE, corte pistola y principales cortes), de carne (pH, fuerza de corte y color) y composición de ácidos grasos fueron analizados estadísticamente por el procedimiento GLM (SAS, 2013). Las medias de los tratamientos se contrastaron con el test LS means ($P < 0,05$ o $P < 0,01$).

4. BIBLIOGRAFÍA

ALLEGRI, M.; FORMOSO, F. 1978. Uruguay. Centro de Investigaciones Agrícolas "Alberto Boerger". Montevideo, Uruguay. CIAAB. pp. 83-110.

AUS-MEAT. 2016. Australian beef, carcass evaluation. [en línea]. 10 de julio de 2016. Disponible en: https://www.ausmeat.com.au/webdocuments/beef_&_veal_chiller_assessment_language.pdf.

BERRETA, E.; RISSO, D.; BEMHAJA, M. 2001. Tecnologías para la mejora de la producción de forraje en suelos de basalto. In: tecnologías forrajeras para sistemas ganaderos de Uruguay. Boletín de divulgación 76. Montevideo, Uruguay. 2-34.

BLIGH, E.; DYER, W. 1959. Extraction of Lipids in Solution by the Method of Bligh & Dyer. A rapid method for total lipid extraction and purification. *Can.J.Biochem.Physiol.* 37(8):911-917.

CARBALLO, J.; MONSERRAT, L.; SANCHEZ, L. 2005. Composición regional y tisular de la canal bovina. Ministerio de Educación y Ciencia. España, INIA. En: Cañeque, V.; Sañudo, C. (Eds.). Estandarización de las metodologías para evaluar la calidad del producto (animal vivo, canal, carne y grasa) en los rumiantes. INIA: Serie ganadera 3.120-140.

FEED, O. 2010. Metodología para la evaluación de las características cualitativas de la canal y de la carne. Hemisferio Sur. En: Coordinadores: Bianchi, G. y Feed, O. Introducción a la ciencia de la carne. pp: 181-212.

HALE, D.S.; GOODSON, K.J.; SAVELL, J.W. 2013. "usda beef quality and yield grades." [en línea] 2 de enero de 201. Disponible en <http://meat.tamu.edu/beefgrading/>.

INAC (Instituto Nacional De Carnes). 1997. Sistema oficial de clasificación y tipificación de la carne vacuna. Resolución 65/97. Montevideo Uruguay.

JAMIESON, W.S.; HODGSON J. 1979. The effect of daily herbage allowance and sward characteristics upon the ingestive behaviour and herbage intake of calves under stripgrazing management. *Grass and Forage Science.* 34:261.

MONTOSSI, F. 1995. Comparative studies on the implications of condensed tannins in the evaluation of holcus lanatus and lolium spp. Swards for sheep performance. Phd. Thesis. Massey (nz). Massey University. 288 p.

MONTOSSI, F.; FIGURINA, G.; SANTAMARINA, I.; BERRETTA, E.; DE MATTOS, .; BEMHAJA, M.; SAN JULIÁN, R.; RISSO, D.; MIERES, J. 1999. Estudios de estimación de digestibilidad y selectividad animal en campo natural, campo natural fertilizado y mejoramientos de campo en ovinos y vacunos para la región de basalto. Informe al CONICYT. 153 p.

MONTOSSI, F.; FIGURINA, G.; SANTAMARINA, I.; BERRETTA, E. 2000. Selectividad animal y valor nutritivo de la dieta de ovinos y vacunos en sistemas ganaderos: teoría y práctica, INIA Tacuarembó. 84 p. (Serie técnica 113).

ROBAINA, R. 2002. Metodología para la evaluación de canales. En: Montossi, F. (Ed). Investigación aplicada a la cadena agroindustrial cárnica; avances obtenidos. Carne ovina de calidad 1998-2001. Tacuarembó, INIA. pp.37- 43. (Serie técnica 126).

VAN SOEST, P. 1982. Nutritional ecology of the ruminant. New york: Cornell University.

WHEELER, T.L.; KOOHMARAIE, M.; CUNDIFF, L.V.; DIKEMAN, M.E. 1994. Effects of cooking and shearing methodology on variation in WarnerBratzler shear force values in beef. *Journal Animal Science.* 72:2325.

WHITTAKER, A.; PARK, B.; THANE, B.; MILLER, R.; SAVELL J. 1992. Principles of ultrasound and measurement of intramuscular fat. *Journal of Animal Science* 70: 942-952.