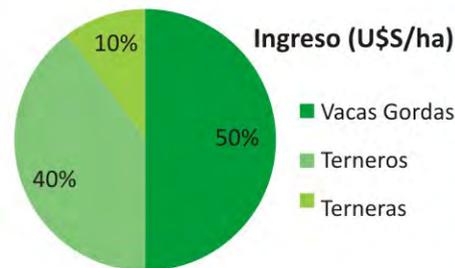




IMPORTANCIA ECONÓMICA DE LAS VACAS DE DESCARTE
EN LOS SISTEMAS CRIADORES DEL URUGUAY



- Factores estudiados: Carga animal sobre pasturas mejoradas, suplementación estratégica y razas bovinas.
- Resultados generados: Productividad, calidad del producto (canal y carne) e impacto económico.



PROPUESTAS TECNOLÓGICAS PARA EL ENGORDE DE VACAS DE DESCARTE EN LAS REGIONES GANADERAS DE ARENISCAS Y BASALTO DE URUGUAY

Octubre, 2017

SERIE
TÉCNICA **236**
INIA

PROPUESTAS TECNOLÓGICAS PARA EL ENGORDE DE VACAS DE DESCARTE EN LAS REGIONES GANADERAS DE ARENISCAS Y BASALTO DE URUGUAY

Editor: Fabio Montossi*

*Ing. Agr. PhD. Director Nacional de INIA.

Título: PROPUESTAS TECNOLOGICAS PARA EL ENGORDE DE VACAS DE DESCARTE EN LAS REGIONES GANADERAS DE ARENISCAS Y BASALTO DE URUGUAY

Editor: Fabio Montossi

Serie Técnica N° 236

ISBN 978-9974-38-384-5

© 2017, INIA

Editado por la Unidad de Comunicación y Transferencia de Tecnología del INIA
Andes 1365, Piso 12. Montevideo, Uruguay.
<http://www.inia.uy>

Quedan reservados todos los derechos de la presente edición. Esta publicación no se podrá reproducir total o parcialmente sin expreso consentimiento del INIA.

Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria

Integración de la Junta Directiva

D.M.T.V., Ph.D. José Luis Repetto - Presidente

Ing. Agr., M.Sc., Ph.D. Álvaro Roel - Vicepresidente



Ing. Agr., M.Sc. Diego Payssé Salgado

Ing. Agr. Jorge Peñaricano



Ing. Agr. Pablo Gorriti

Ing. Agr. Alberto Bozzo



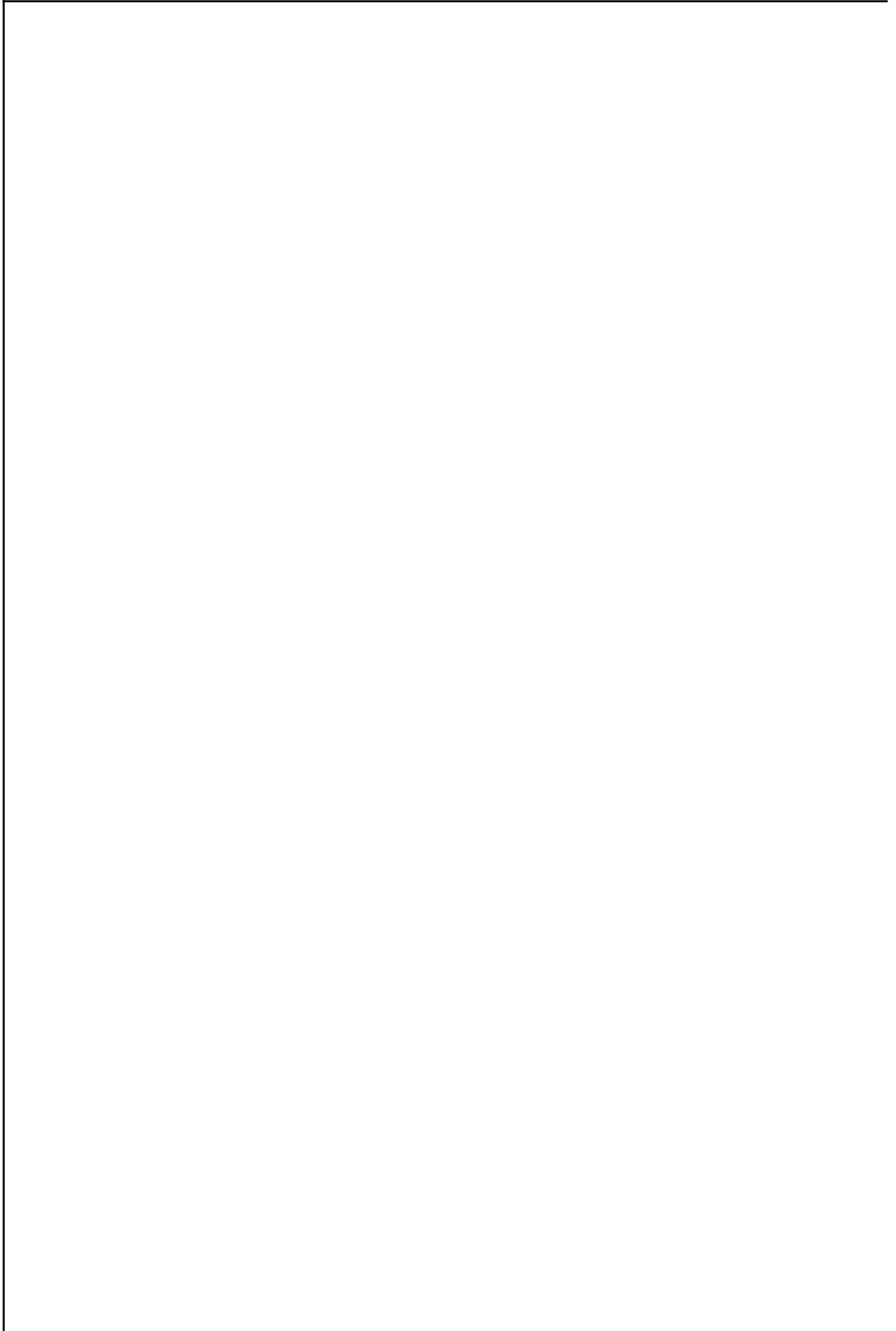
CONTENIDO

Página

PRÓLOGO	i
AGRADECIMIENTO	iii
I. INTRODUCCIÓN	1
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. CONTEXTO GENERAL	1
1.1.1. El mercado de carne a nivel mundial y a nivel nacional	1
1.1.2. Uruguay: Productor y Exportador de Carne Bovina	2
1.2. JUSTIFICACIÓN	5
2. OBJETIVO	6
3. BIBLIOGRAFÍA	7
II. ANTECEDENTES	9
1. INTRODUCCIÓN	9
2. CULTIVOS ANUALES INVERNALES	9
3. SUPLEMENTACIÓN SOBRE CULTIVOS ANUALES INVERNALES	10
4. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES EN BOVINOS PARA CARNE	10
5. REVISIÓN DE RESULTADOS EXPERIMENTALES EN PRODUCCIÓN ANIMAL	12
5.1. Introducción	12
5.2. Factores que afectan la respuesta animal durante el periodo de engorde	12
5.3. Factores que afectan la calidad de la canal	15
5.4. Parámetros que definen la calidad de la carne y factores que la afectan	20
5.4.1. pH y maduración	20
5.4.2. Color de la carne y de la grasa	20
5.4.3. Terneza	22
5.4.4. Ácidos grasos	24
6. BIBLIOGRAFÍA	27
III. OBJETIVOS Y PROCEDIMIENTOS EXPERIMENTALES	35
1. INTRODUCCIÓN	35
2. OBJETIVOS	35
3. PROCEDIMIENTOS EXPERIMENTALES	35
3.1. Localización	35
3.1.1. Unidad Experimental "Glencoe"	35

3.1.2. Unidad Experimental “La Magnolia”	36
3.2. Información climática	36
3.3. Duración y ubicación de acuerdo a cada unidad experimental y año de evaluación	37
3.4. Tratamientos y diseño experimental	38
3.5. Determinaciones	40
3.5.1. Variables evaluadas en las pasturas	40
3.5.2. Variable evaluada en el suplemento	41
3.5.3. Variables evaluadas en los animales	41
3.5.4. Variables calculadas	42
3.6. Variables evaluadas en la canal	43
3.7. Variables evaluadas en la carne	44
3.8. Diseño experimental	45
 4. BIBLIOGRAFÍA	 46
 IV. RESULTADOS EXPERIMENTALES	 47
 1. RESULTADOS EXPERIMENTALES EN UNIDAD EXPERIMENTAL “GLENCOE”	 47
1.1. Resultados en las pasturas y el suplemento	47
1.2. Resultados en los animales	50
1.2.1. Conducta animal	50
1.2.2. Evolución y ganancia de peso vivo	51
1.2.3. Producción de peso vivo por unidad de superficie y eficiencia de conversión.	53
1.3. Resultados en la canal	55
1.3.1. Características de la canal <i>in vivo</i>	55
1.3.2. Características de la canal <i>post mortem</i>	56
1.4. Resultados en la carne	60
1.4.1. Parámetros que determinan la calidad de la carne	60
1.4.2. Contenido total de lípidos y composición de ácidos grasos	64
1.5. Resumen de la información generada en los experimentos realizados en la región de Basalto	65
 2. RESULTADOS EXPERIMENTALES EN LA UNIDAD EXPERIMENTAL “LA MAGNOLIA”	 66
2.1. Resultados en pasturas	66
2.2. Resultados en los animales	69
2.2.1. Conducta animal	69
2.2.2. Evolución y ganancia de peso vivo	71
2.2.3. Producción de peso vivo por unidad de superficie y eficiencia de conversión.	73
2.3. Resultados en la canal	75
2.3.1. Características de la canal <i>in vivo</i>	75
2.3.2. Características de la canal <i>post mortem</i>	76
2.4. Resultados en la carne	81
2.4.1. Parámetros que determinan la calidad de la carne	81
2.4.2. Contenido total de lípidos y composición de ácidos grasos	85
2.5. Resumen de la información generada en los experimentos realizados en la región de Areniscas	86

3. BIBLIOGRAFÍA	88
V. ANALISIS DE LA LOGICA EMPRESARIAL DEL ENGORDE DE VACAS EN LOS SISTEMAS DE CRIA BOVINA DEL URUGUAY	91
1. MARCO CONCEPTUAL	91
2. FACTORES QUE AFECTAN EL IMPACTO ECONÓMICO DE MODIFICAR LA TASA DE PREÑEZ	94
2.1. Relación de precios ternero/vaca gorda	94
2.2. Variables de manejo/intensificación del sistema	96
VI. RECOMENDACIONES Y REFLEXIONES FINALES DE LA EXPERIENCIA DE ENGORDE DE VACAS EN SISTEMAS DE CRIA	99
1. INTRODUCCIÓN	99
2. PRINCIPALES RECOMENDACIONES TECNOLOGICAS Y DE CALIDAD DE PRODUCTO GENERADAS EN ESTA LINEA DE TRABAJO EXPERIMENTAL	100
2.1. Sistemas productivos.....	100
2.2. La lógica de la inclusión de cultivos anuales invernales en cadenas forrajeras intensivas para un proceso de intensificación sostenible de los sistemas ganaderos: Basalto y Areniscas.....	100
2.3. El impacto productivo en sistemas de engorde de vacas de descarte para las regiones de Basalto y Areniscas por la incorporación del uso de cultivos mezcla de avenas y raigrás y/o por el agregado de la suplementación estratégica con afrechillo de arroz	101
2.3.1. Región de Basalto	101
2.3.2. Región de Areniscas	102
2.4. Calidad de Canal	104
2.4.1. Región de Basalto con la raza Hereford	104
2.4.2. Región de Areniscas con la raza Braford.....	104
2.5. Calidad de Carne	105
2.5.1. Región de Basalto con la raza Hereford	105
2.5.2. Región de Areniscas con la raza Braford.....	105
2.6. Proporciones, perfiles y relaciones de ácidos grasos en la carne.....	106
2.6.1. Región de Basalto con la raza Hereford.....	106
2.6.2. Región de Areniscas con la raza Bradford	106
3. REFLEXIONES FINALES	106
4. BIBLIOGRAFÍA	108
VII. ANEXOS	109



PRÓLOGO

La información científica y tecnológica documentada en esta publicación fue generada por un equipo de investigación de INIA en el proyecto de investigación “Mejora de la productividad y valorización de productos y procesos generados en los sistemas ganaderos del Basalto y Areniscas del Uruguay”, desarrollado en el marco del Plan Estratégico Institucional 2011-2015. Este proyecto se ejecutó como un modelo de articulación en red con otros actores del sistema público y privado de investigación, desarrollo e innovación del país, con una visión de cadena de valor (desde el “consumidor a la parcela experimental”). Su principal objetivo se orientó a mejorar la competitividad del sector ganadero, con foco territorial y proyección nacional, incorporando aspectos de transferencia, validación y adopción de tecnología, evaluando además el impacto económico de las propuestas tecnológicas de INIA.

Esta publicación en particular atiende una oportunidad de mejora de la competitividad de los sistemas ganaderos criadores mediante la consideración del engorde de vacas de descarte, las que representan, en promedio, entre el 40 y 45% de la faena nacional. Por otro lado, a nivel productivo, las vacas (flacas o gordas) constituyen entre el 40 y 50% del ingreso económico de los productores criadores del Uruguay, complementado el ingreso generado por la venta de terneros y terneras.

A pesar de la importancia económica de las vacas de descarte a nivel de toda la cadena de valor cárnica nacional, y en particular a nivel de los productores criadores, la revisión bibliográfica de la presente publicación demuestra la escasa atención y dedicación que recibió esta categoría por parte de la investigación y transferencia de tecnología en Uruguay.

En este sentido, nuestra propuesta como equipo de investigación tuvo como objetivo generar información científica y tecnológica sobre el engorde intensivo de vacas de descarte. Los trabajos se realizaron en INIA Tacuarembó durante tres años, utilizando verdeos de invierno (avena y raigrás) y uso estratégico de suplementación, representando las condiciones de las regiones ganaderas de Basalto y Areniscas de Tacuarembó, para sistemas de producción extensivos y semi-extensivos.

Los factores evaluados en esta experiencia fueron el sistema productivo en diferentes regiones (Basalto y Areniscas), las razas predominantes utilizadas en cada región (Hereford y Braford), el uso de suplementos y las interacciones producidas entre pasturas-suplemento-animal. Esta información aporta herramientas tecnológicas objetivas para facilitar el análisis sobre la conveniencia de cada una de estas alternativas. De esta forma, se contribuye a la mejora del proceso de toma de decisión en aras de un incremento en la eficiencia, productividad e ingresos de estos sistemas ganaderos.

Se realizaron cinco experimentos en dos bases operativas; las Unidades Experimentales de “Glencoe” y “La Magnolia”, pertenecientes a INIA Tacuarembó, ubicadas en las regiones de Basalto y Areniscas, respectivamente. El impacto de los factores evaluados se midió a nivel de pasturas, suplementos, animales, calidad del producto (canal y carne) y su impacto económico a nivel del sistema de producción. Para ello, se conformó un equipo de trabajo multidisciplinario integrado por estudiantes de tecnicaturas, grado y posgrado, con la responsabilidad del liderazgo de un equipo de investigadores.

La información generada se presenta en 7 capítulos: introducción, antecedentes, objetivos y procedimientos experimentales, resultados experimentales, análisis de la lógica empresarial del engorde de vacas en los sistemas de cría bovina del Uruguay, recomendaciones y reflexiones finales de la experiencia de engorde de vacas y anexos.

Con la firme convicción y compromiso de aportar soluciones tecnológicas para la mejora de la competitividad de la ganadería nacional, particularmente a nivel de la ganadería de cría en las regiones ganaderas extensivas del Uruguay, esperamos que la información generada por INIA sea de utilidad para aportar al proceso de toma de decisiones de productores y técnicos asesores, y al resto de los actores de la cadena cárnica, así como a estudiantes de todos los niveles de formación.

Nuestro especial agradecimiento a todos los que colaboraron de una manera u otra para la identificación del problema, las ideas propuestas, la implementación de los trabajos, la documentación y difusión de la información generada y, sobre todo, la vocación de servicio.

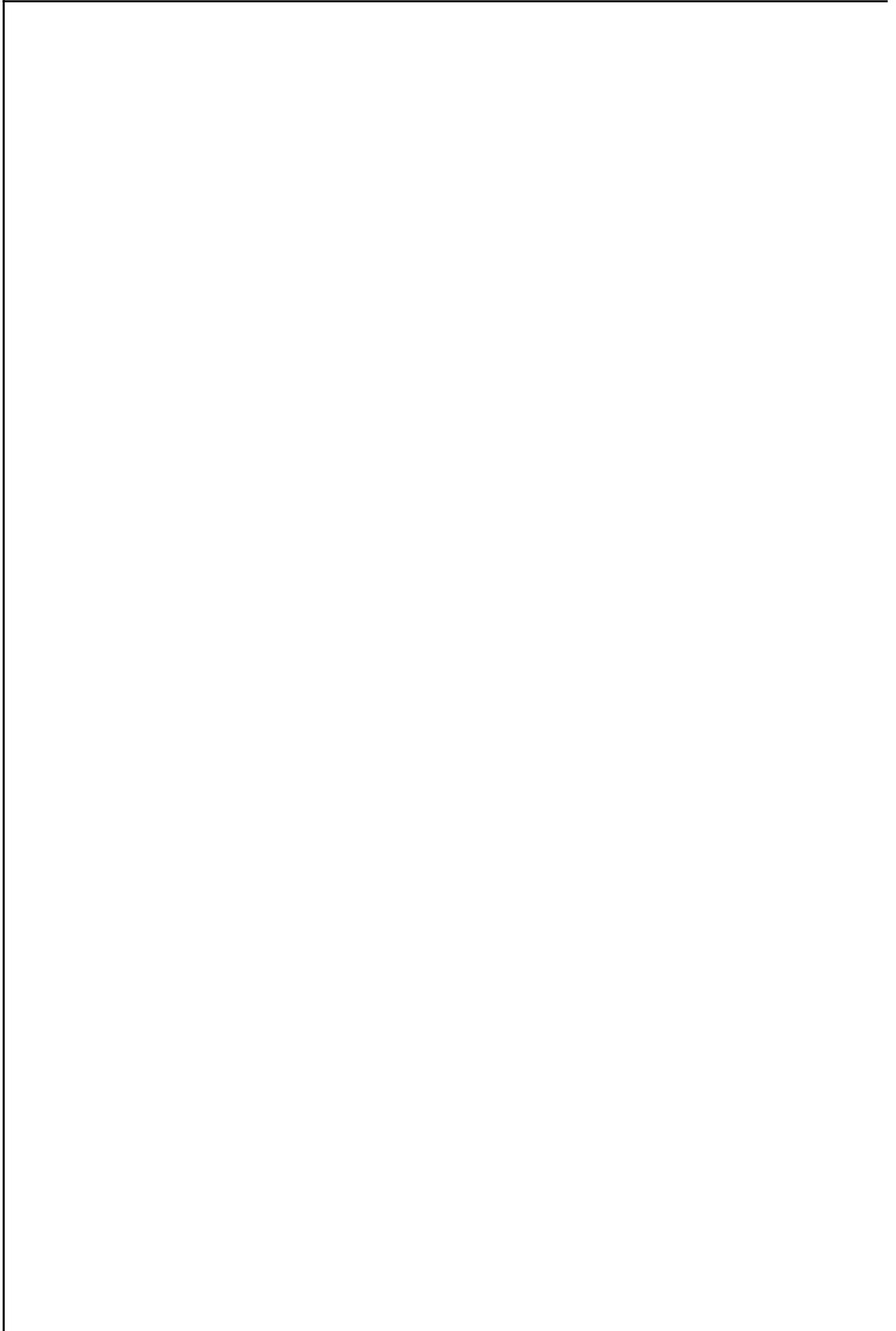
Ing. Agr. PhD. Fabio Montossi

Responsable del Proyecto de Investigación “Mejora de la productividad y valorización de productos y procesos generados en los sistemas ganaderos del Basalto y Areniscas del Uruguay”

AGRADECIMIENTOS

El cuerpo técnico del INIA responsable de llevar adelante esta publicación, quiere agradecer muy especialmente a:

- A los investigadores del INIA Tacuarembó, Robin Cuadro, Roberto San Julián, Gustavo Brito, América Mederos y Marcia del Campo.
- Al personal de apoyo de las Unidades Experimentales “Glencoe”, “La Magnolia” y Sede Institucional: Sergio Daniel Bottero, Yovana Martínez, Julio Frugoni, Gonzalo Escayola, Juan Levratto, Franco Rodríguez, Fernando Rovira, Pablo Cuadro, José Martínez, Héctor Rodríguez, Eduardo Moreira, Fernando Icat, Matías Martínez, Griselda Altez, Natalia Lemos, Gustavo Freitas, Atahualpa Pérez, Pablo Fraga, Briam Rodríguez, Julio Martínez, Federico Arce, Ruben Baladán, Julio Larronda, José Palles, Carlos Presa, Wilfredo Zamit, Mauro Bentancurt, Julio Costales, Guillermo De Souza, Beatriz Carracelas, Marcelo Alfonso, Edgar Ferreira.
- Al personal de administración, secretaría, difusión, operaciones, mantenimiento y recursos humanos, pero particularmente a la Lic. Carolina Pereira y Zenia Barrios y Manuel Viera.
- A Raúl Gómez Miller y Rebeca Baptista por la revisión de esta edición.



Lagomarsino, Ximena *
Cazzuli, Fiorella **
Montossi, Fabio **

1. INTRODUCCIÓN

1.1. CONTEXTO GENERAL

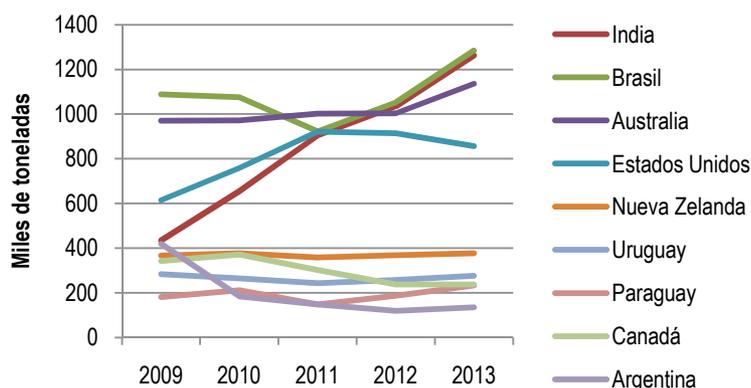
1.1.1. El mercado de carne a nivel mundial y a nivel nacional

En las últimas décadas ocurrieron diversos cambios que afectaron al mercado internacional de la carne, entre las cuales el cambio climático, la mayor competencia por los recursos naturales, el aumento de los precios de insumos y productos, los cambios en las preferencias de los consumidores y la mayor demanda de alimentos proteicos, la aparición de nuevos actores en el mercado y el mayor interés por la inocuidad de los alimentos, el bienestar y sanidad animal y el impacto ambiental (Boari *et al.*, 2013; Flores, 2013).

Información de la Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) muestran que el consumo mundial de carne seguirá en aumento, con un mayor incremento en los países en desarrollo, principalmente Asia, acompañado de algunos países de América Latina y los países exportadores de petróleo, estando liderado

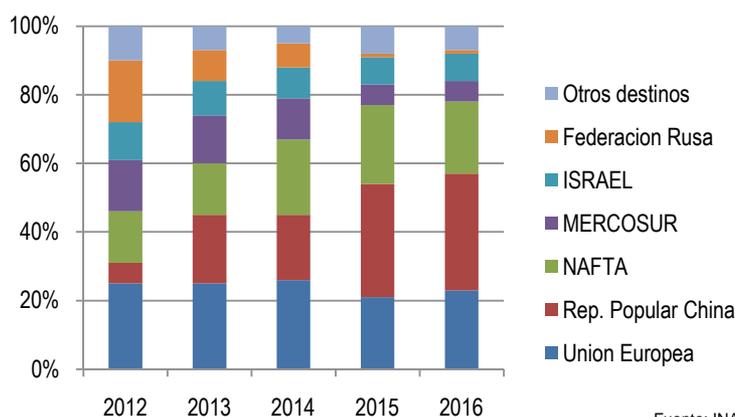
en este último caso por el comercio mundial de Brasil y Estados Unidos (Puricelli, 2011). La combinación de una fuerte expansión de la demanda en Asia combinada con limitaciones de la oferta de algunos importantes países abastecedores, hacen que las perspectivas para la cadena cárnica se presenten como altamente positivas. Los principales exportadores mundiales de carne bovina son Brasil e India (20% cada uno), Australia (15%) y EEUU (12%). Uruguay representa el 5% de las exportaciones mundiales, viéndose como uno de los importantes exportadores de carne bovina del mundo (Bervejillo, 2016). En la Figura 1 se presenta el volumen de carne de los principales exportadores de carne bovina del mundo y su evolución en el período 2009-2013 (IPCVA, 2014). Considerando el reducido tamaño de nuestro país en comparación con la escala y capacidad productiva de los demás países que encabezan este ranking, se destaca la participación de Uruguay a lo largo de los últimos años.

En 2016, la exportación nacional de carne total fue de 1.744 millones de dólares, correspondiendo el 85% aproximado a la venta de carne bovina. En la Figura 2 se presenta la evolución porcentual de los mercados



Fuente: IPCVA, 2014

Figura 1. Volumen exportado de carne bovina de los principales países exportadores a nivel mundial.



Fuente: INAC, 2016a

Figura 2. Evolución porcentual de los principales mercados de destino de las exportaciones de carne bovina del Uruguay (2012-2016).

destino en los últimos años para la producción nacional. Los principales países destino de estas exportaciones a nivel de la Unión Europea durante 2016 fueron los Países Bajos, Alemania, Italia, Reino Unido, Suecia y Dinamarca. Por otro lado, Estados Unidos representó el 77% de las ventas al NAFTA y en el Mercosur, los principales destinos fueron Brasil, Chile y Argentina (INAC, 2016a).

1.1.2. Uruguay: Productor y Exportador de Carne Bovina

La ganadería en el Uruguay tiene un papel muy importante en la economía, sociedad y cultura uruguaya. La formación económica y social de Uruguay ha estado marcada fuertemente por la evolución de la ganadería. El aporte del PBI agroindustrial y agropecuario en relación al PBI total en promedio de los últimos años es de 11,8% (DIEA, 2000, 2009, 2010, 2011, 2015 y 2016) (Cuadro 1).

La producción uruguaya de carne vacuna a comienzos de la década del 90 estaba basa-

da en un sistema extensivo sobre pasturas naturales en un sistema mixto lanar/vacuno, con un total de ovinos en el entorno de las 25 millones de cabezas y de vacunos por debajo de las 9 millones de cabezas. En el ejercicio 2014/15 las relaciones cambiaron pasando los ovinos a 6,7 millones y los vacunos a 11,9 millones de cabezas (INAC, 2017). Esto llevó a cambios en los establecimientos ganaderos, en donde aumentó el número de los mismos pero manteniendo la misma superficie ocupada (12 millones de ha) (DIEA, 2000, 2009, 2010, 2011, 2015 y 2016) y en la especialización productiva, en donde la cría tuvo un aumento y el ciclo completo e invernada una disminución en cantidad y superficie (Frugoni y Oyhantçabal, 2008; Mila *et al.*, 2010). Estas variaciones determinaron cambios en las categorías (Figura 3) (INAC, 2016a), aumentando las vacas de cría y el número de terneros y disminuyendo los novillos y vaquillonas de más de 2 años y en el manejo, con menores edades de entore y faena (Bervejillo y Tamber, 2014; Bervejillo y Gorga, 2015; Bervejillo, 2016).

Cuadro 1. Producto Bruto Interno total, agroindustrial y agropecuario por año

En millones de \$ corrientes	2002	2005	2008	2010	2013	2015*
PBI Total	289.233	425.018	636.151	808.079	1.041.211	1.460.439
PBI Agroindustrial	31.647	56.178	88.005	84.680	122.670	s/d
PBI Agropecuario	21.052	36.237	57.375	57.112	88.840	89.913
Como % del PBI total						
PBI Agroindustrial	10,9	13,2	13,8	10,5	10,4	s/d
PBI Agropecuario	7,3	8,5	9,0	7,1	7,5	6,2

NOTA: *:datos preliminares. s/d: sin datos.

Fuente: DIEA, 2000, 2009, 2010, 2011, 2015, 2016

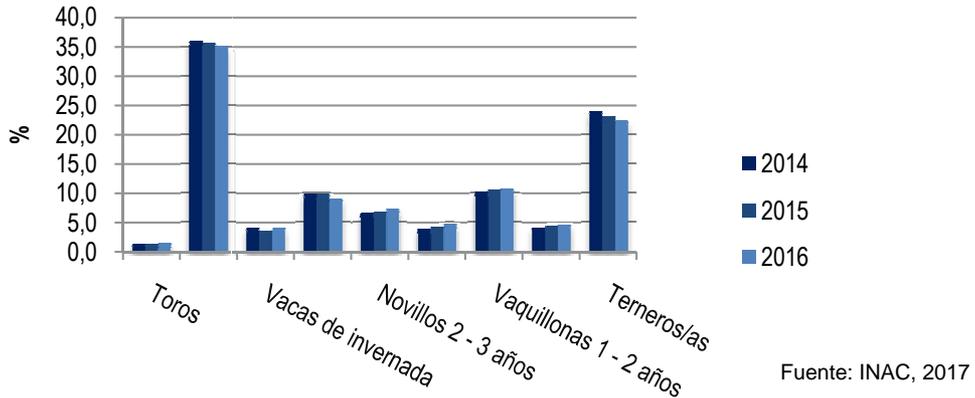


Figura 3. Estructura del stock bovino (categorías) en diferentes años (2014-2016) en el Uruguay.

En el promedio de los últimos 10 años, la cantidad total de cabezas faenadas fue de 2.158.191, donde la categoría vaca durante el último año representó el 50,2% del total de faena (INAC, 2016a), reflejando la importancia que tiene esta categoría en el mercado

local (Figura 4).

La edad de faena fue otro factor que presentó diferencias en los últimos años. En la Figura 5 se presenta la evolución en edad de faena para novillos y hembras para diferentes años (INAC, 2016a).

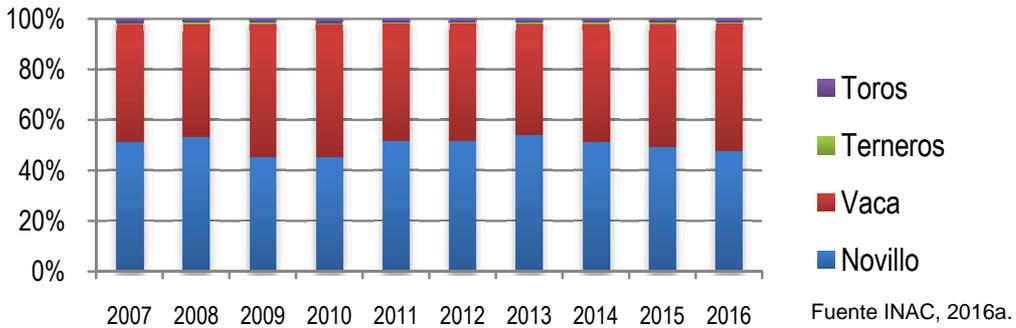


Figura 4. Composición de faena según años y categorías.

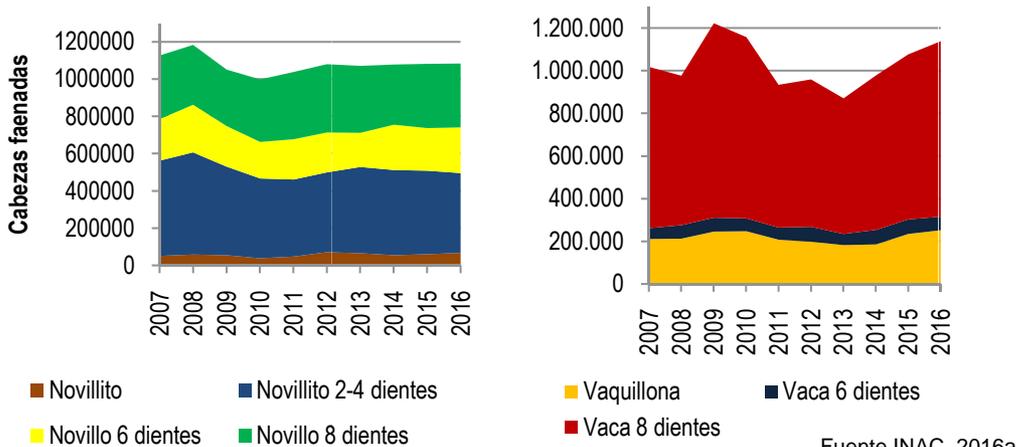


Figura 5. Evolución de la faena de novillos (izquierda) y hembras (derecha), según edad y años.

La región de Basalto, contemplando los departamentos de Artigas, Salto, Paysandú, Rivera y Tacuarembó, presenta gran importancia a nivel productivo, económico y social en el país, ocupando el 23,2% de la superficie agrícola útil del país y contando con el 38% del rodeo nacional. La principal base forrajera son las pasturas naturales a pesar del aumento en el porcentaje de mejoramientos durante los últimos años (Berreta *et al.*, 2014). La región de Areniscas (Tacuarembó y Rivera) se destaca por su tradicional uso ganadero aunque en los úl-

timos años algunos de sus suelos han sido declarados de interés forestal, evidenciando un descenso en el área de campo natural (Ferreira *et al.*, 2006). Considerando los departamentos sobre suelos de Basalto y Areniscas, en el Cuadro 2, se presenta la proporción de faena (vacas y novillos) provenientes de los mismos, reflejando la importancia que tiene la producción de estas categorías en estas zonas agroecológicas (INAC, 2016b). Estos departamentos aportan al menos el 30% de la faena nacional, tanto de machos como hembras.

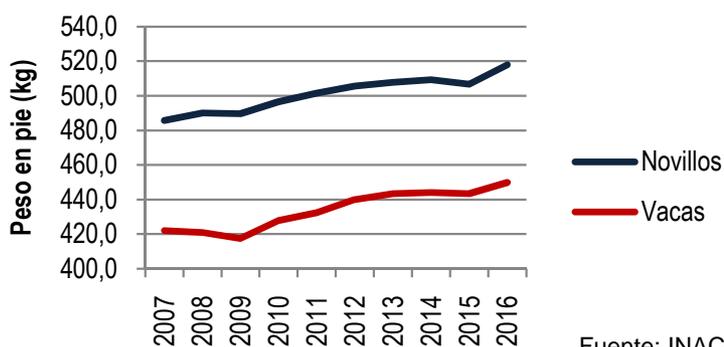
Cuadro 2. Proporción de novillos y vacas faenadas en la faena total durante 2016 en los principales departamentos de las regiones de Basalto y Areniscas.

Categoría	Artigas	Salto	Paysandú	Tacuarembó	Rivera
Novillos	5,3	5,4	9,7	9,4	3,6
Vacas	4,5	6,0	11,7	8,0	4,1

Fuente: INAC, 2016b.

El peso vivo promedio en pie desde el año 2007 a 2016 del total de las categorías faenadas fue de 468,7 kg, siendo el valor correspondiente al año 2016 de 483,1 kg. Este aumento también se observa en las diferentes categorías, estando representada su evolución para novillos y vacas en la Figura 6. Los

pesos en cuarta balanza para el último año agrícola (INAC, 2016b) fueron de 220,6 kg en vacas y 271,1 kg en novillos, pesos similares a los registrados en la última Auditoría de calidad llevada a cabo por INIA e INAC en el año 2013 (224,7 kg para vacas y 276,1 kg para novillos) (Correa y Brito, 2017).



Fuente: INAC, 2016b

Figura 6. Evolución del peso vivo de faena en pie en novillos y vacas del Uruguay (2007-2016).

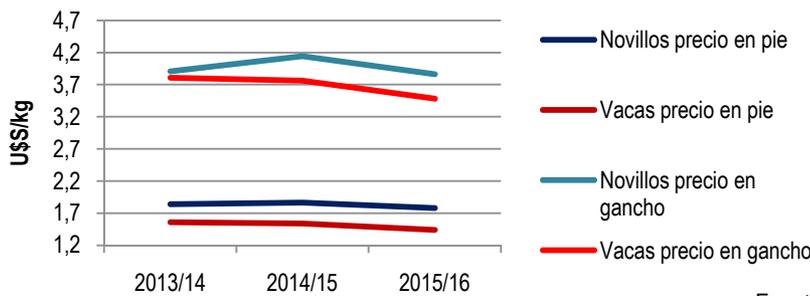
En cuanto a algunos parámetros de calidad de la carne entre novillos y vacas no se encuentran grandes diferencias. Los valores de pH registrados en las Auditorías de calidad de

canal y de carne muestran que la proporción de canales con valores inferiores a 5,8 no presenta diferencias entre novillos y vacas (80,5 y 83,8%, respectivamente), encontrándose

mayores proporciones de valores de pH mayores a 6 en novillos que en vacas (9,8 y 4,0%, respectivamente). En el color del músculo del total de canales evaluadas, los mayores problemas de cortes oscuros fueron observados en la categoría novillo (11,6%) con respecto a las vacas (5,2%) (Correa y Brito, 2017).

La Figura 7 muestra la evolución promedio anual de los precios en pie y en gancho en

estas categorías durante los últimos años (INAC, 2016a). Soares de Lima y Montossi (2014) demostraron la importancia del aumento de la tasa de destete, de la mejora de la recría y/o invernada, la reducción de la edad de faena e incorporación del engorde de vacas en la producción e ingreso de los sistemas ganaderos, en particular cuando la relación terneros/vaca gorda es baja, situación de los últimos años.



Fuente: INAC, 2016b

Figura 7. Evolución del precio (U\$/kg) en pie y en gancho en vacas y novillos en el Uruguay.

1.2. JUSTIFICACIÓN

Los incrementos ocurridos durante los últimos años de la forestación y la agricultura de secano (Tommasino, 2010; DIEA, 2015) junto con el aumento de las inversiones que determinaron un aumento de la renta de la tierra, llevaron a la búsqueda de alternativas de producción que hicieran más eficiente a la ganadería. Ejemplo de esto fue el aumento de los campos mejorados (fertilizados y en cobertura, praderas plu-

rianales y cultivos forrajeros anuales) que llegaron a las 2,2 millones de hectáreas en los últimos años (DIEA, 2015) (Figura 8). La suplementación y el engorde a corral fueron otras alternativas que aumentaron en este proceso, acompañado por mejoras en el manejo animal. Estas herramientas, condujeron a una intensificación de los sistemas de recría y engorde que mejoraron los índices productivos, bajando la edad de faena y aumentando la calidad del producto final (Tommasino, 2010).

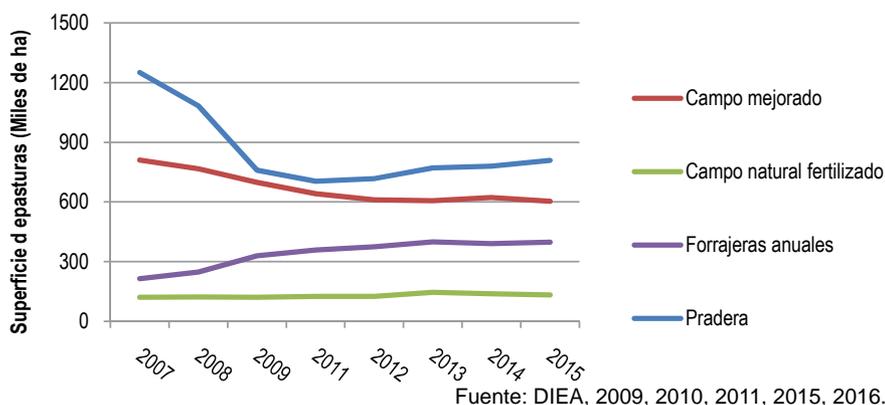


Figura 8. Evolución de la superficie de mejoramientos de pasturas (miles de ha) en predios ganaderos y agrícola ganaderos

En otro sentido, el incremento de la demanda por carne vacuna que se presenta en el corto y mediano plazo y dada la importancia que tienen las vacas como categoría en el total de la faena nacional, resaltan la importancia de la internada de vacas como una alternativa de importancia en el negocio ganadero y en la mejora de la productividad e ingreso de los productores ganaderos (Montossi *et al.*, 2014).

A pesar de la importancia productiva y económica que ha tenido y tiene el engorde de vacas de descarte en nuestro país, la información científica y tecnológica publicada a nivel nacional es de muy escasa a nula. Por ello, nuestro equipo de trabajo estableció una línea de investigación que evaluó el desarrollo de diferentes alternativas tecnológicas que permitieran incrementar la productividad e ingreso de los sistemas de cría o ciclo completo/incompleto mediante la incorporación del engorde de vacas en estos sistemas en las regiones ganaderas de Areniscas y Basalto del Uruguay.

2. OBJETIVO

El objetivo de esta publicación es presentar la información generada por INIA

Tacuarembó durante 3 años en relación a tecnologías de engorde intensivo de vacas de descarte sobre verdeos de invierno (avena y raigrás), combinado con el uso estratégico de suplementación en las regiones ganaderas extensivas y semi extensivas de Basalto y Areniscas del Uruguay. Siguiendo a la presentación de la información, se discute la misma y finalmente se realiza un resumen final y recomendaciones prácticas.

Los factores evaluados fueron el sistema productivo en diferentes regiones (Basalto y Areniscas) y las razas predominantes utilizadas en cada una de ellas (Hereford y Bradford, respectivamente), el uso de afrechillo de arroz y las interacciones entre el manejo en la pastura y el suplemento.

Esta información es clave para brindar herramientas tecnológicas que faciliten el análisis de cada una de ellas a nivel de productores y técnicos. De esta forma, se busca que esta información contribuya a la mejora del proceso de decisión con el consecuente incremento en la eficiencia, productividad e ingresos de los sistemas ganaderos por la incorporación del engorde intensivo de vacas de descarte.

3. BIBLIOGRAFÍA

- BERRETA, E.L.; MONTOSSI, F.; BRITO, G.** 2014. Introducción. En: Berreta, E.J.; Montossi, F.; Brito, G (Eds). Alternativas tecnológicas para los sistemas ganaderos de basalto. Montevideo: INIA. (Serie Técnica 2017).
- BERVEJILLO, J.** 2016. Comportamiento del sector carne vacuna. En: Anuario OPYPA 2016. Uruguay, MGAP. pp. 39-58.
- BERVEJILLO, J.; GORGA, L.** 2015. Cadena de la carne vacuna: Situación y perspectivas. En: Anuario OPYPA 2015. Uruguay, MGAP. pp. 39-62.
- BERVEJILLO, J.; TAMBLER, A.** 2014. Comportamiento del Sector Carne Vacuna. En: Anuario Opya 2014. Uruguay, MGAP. pp. 39-60
- BOARI, R.; CHUARD, N.; FERNÁNDEZ, V.; POUILLER, P.** 2013. Mercado Internacional de Carnes. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Argentina.
- CORREA, D.; BRITO, G.** 2014. Fase II – Trabajo en plantas frigoríficas. En: Brito, G.; Correa, D.; San Julián, R. (Eds). Tercera auditoría de calidad de carne vacuna del Uruguay - 2013: Montevideo, INIA. p 13–34. (Serie Técnica 229).
- DIEA,** Anuarios Estadísticos 2000, 2009, 2010, 2011, 2015, 2016. Dirección de Estadísticas Agropecuario. Montevideo, MGAP. <http://www.mgap.gub.uy/unidad-ejecutora/oficina-de-programacion-y-politicas-agropecuarias/publicaciones/anuarios-diea>.
- DIEA.** 2015. Regiones agropecuarias del Uruguay. Estadísticas agropecuarias. Montevideo, MGAP. 42 p.
- FERREIRA, G.; PITTALUGA, O.; BEMHAJA, M., BENNADJI, Z., LAVECCHIA, A., SAN JULIÁN, R., MEDEROS, A., SILVA, J.** 2006. Introducción. En: Bemhaja, M.; Pittaluga, O. (Eds). 30 Años de investigación en suelos de Areniscas: INIA. (Serie Técnica 159).
- FLORES, M.** 2013. Mercado mundial y cadena de valor de la carne bovina. Universidad de la Republica, Facultad de Ciencias Sociales. 45p.
- FRUGONI, G.; OYHANTÇABAL, W.** 2008. Comportamiento del sector carne vacuna en 2008 y perspectivas para el 2009. En: Anuario Opya 2008, Montevideo, MGAP.
- INAC.** 2016a. Bovinos. En: Informe estadístico año agrícola julio2015-junio2016. Montevideo: INAC. 83 p.
- INAC.** 2016 b. Anuario estadístico 2016. Montevideo: INAC. pp 17 - 50 .
- INAC.** 2017. Instituto Nacional de Carnes. Consultado junio 2017. Disponible en: <http://www.inac.gub.uy/innovaportal/v/1007/10/innova.front/stock>
- IPCVA.** 2014. Informe de Mercados Internacionales de Carne Bovina [en línea]. Buenos Aires. Consultado mayo 2015. Disponible en: http://www.ipcva.com.ar/documentos/1309_1402323969_informedemercadosinternacionalesdecarnenovina2013.pdf.
- MILA, F.; TAMBLER, A.; PEYROU, J.** 2010. Comportamiento del Sector Carne Vacuna en 2010 y Perspectivas Para El 2011. En: Anuario OPYPA 2010, Montevideo, MGAP. pp. 39-52.
- MONTOSSI, F.; SOARES DE LIMA, J.; BRITO, G.; BERRETTA, E.** 2014. Impacto en lo productivo y económico de las diferentes orientaciones productivas y tecnologías propuestas para la región del basalto. En: alternativas tecnológicas para los sistemas ganaderos del basalto. Tacuarembó, INIA. pp. 557-568. (Serie Técnica 217).
- PURICELLI, E.** 2011. Las carnes en el mundo. Instituto de Estudios Económicos bolsa de cereales. Rev. Brangus. Buenos Aires, Argentina. 33(63):60-64.

TOMMASINO, H. 2010. 15 años de cambio en el agro uruguayo: impacto en la ganadería vacuna. En: Anuario OPYPA 2010. Montevideo, MGAP.

SOARES DE LIMA, J.M.; MONTOSI, F. 2014. Los sistemas de cría vacuna sobre basalto: Ante todo, sistemas de producción de carne. En: Alternativas tecnológicas para los sistemas ganaderos de Basalto. INIA Tacuarembó. Montevideo: INIA. p 199–207. (Serie Técnica 217).

Lagomarsino, Ximena *
Cazzuli, Fiorella **
Montossi, Fabio **

1. INTRODUCCIÓN

A nivel nacional existe escasa información de investigación en engorde de vacas de descarte, encontrándose un antecedente llevado a cabo por Pigurina (1999). Por esta razón, se utilizan antecedentes relacionados a la mejora de producción y calidad de la canal y la carne en novillos con diferentes estrategias de alimentación y manejo, por su aplicabilidad conceptual en relación a los mecanismos biológicos y productivos que influyen en los temas foco de esta investigación. Al igual que en machos, el buen uso y manejo de las pasturas mejoradas y la suplementación estratégica mejoraría la respuesta animal y atributos que determinan la calidad de la canal y la carne en vacas de descarte.

A nivel regional, los estudios en vacas se basan en sistemas de alimentación basados en pasturas y el agregado de suplemento (Coppo *et al.*, 2003; Peralta *et al.*, 2013) e internacionalmente, la mayor parte compara diferentes edades y estados fisiológicos a través de sistemas intensivos de engorde a corral (Matulis *et al.*, 1987; Schnell *et al.*, 1997; Moura *et al.*, 2013). Las experiencias de países de la región no siempre son estrictamente comparables con las condiciones locales de producción o evaluación, pero sirven para conocer antecedentes vinculados a la internada de vacas de descarte y para su potencial uso en la interpretación de los resultados experimentales generados en el presente trabajo de INIA.

2. CULTIVOS ANUALES INVERNALES

La disminución del crecimiento forrajero durante el otoño y las condiciones climáticas invernales determinan limitantes en las pasturas

(Zarza y La Manna, 2012) que causan disminuciones en el peso del animal o mantenimiento del mismo (Pigurina *et al.*, 1998). Una de las alternativas para solucionar las bajas ganancias de peso es la utilización de verdeos invernales, que se caracterizan por una alta producción de forraje de buena calidad durante esta época del año. Los principales verdeos utilizados a nivel nacional son la avena y el raigrás, pudiendo sembrarse en forma pura o combinada.

Los verdeos de invierno presentan un bajo contenido de materia seca (MS), alta concentración de proteína soluble (PS) y bajo contenido de carbohidratos no estructurales (CHONES) (Flores y Bendersky, 2010). La digestibilidad de la materia orgánica (DMO) es alta durante el invierno (80-85%), disminuyendo hacia la primavera/verano. La proteína cruda (PC) durante el invierno presenta valores entre 20-25% y en la primavera entre 15-20% (García, 2003).

Las avenas se caracterizan por su aporte otoño/invernal, con producciones durante el ciclo vegetativo de 2875-3585 kg/haMS. Se agrupan en: avena negra (strigosa) que se caracteriza por un rápido aporte forrajero, con el inconveniente de rápida encañazón; avena amarilla (byzantina) con producción de forraje en forma rápida en otoño continuando hasta la primavera y avena blanca (sativa) con buen volumen forrajero, debiendo evitarse la siembra temprana (febrero/marzo) (Perrachón, 2010).

El raigrás se caracteriza por su mayor producción durante el invierno y la primavera, variando entre 7363 y 9206 kg/haMS según cultivar (García, 2003). Los cultivares más importantes son los diploides y tetraploides, con gran capacidad de macollaje y resistencia al pisoteo animal (Perrachón, 2010).

3. SUPLEMENTACIÓN SOBRE CULTIVOS ANUALES INVIERNALES

La suplementación en pastoreo busca corregir deficiencias en cantidad o calidad del forraje y obtener mejores resultados productivos, dependiendo su respuesta de las características de las pasturas, del animal y del manejo realizado (Baldi *et al.*, 2008).

La proporción de PS y CHONES de los verdes de invierno puede tener consecuencias digestivas y fisiológicas, afectando el consumo e impidiendo obtener altas ganancias de peso. Una de las posibles soluciones es el

agregado de granos en la dieta para incrementar los niveles de energía de manera de metabolizar el nitrógeno disponible de la PS (Flores y Bendersky, 2010).

Los suplementos denominados “energéticos” contienen menos de 18% de fibra cruda y menos de 20% de PC, como pueden ser los granos de cereales (maíz o sorgo), mientras que los “proteicos” contienen más de 20% de PC, como el expeller de girasol o soja. Los suplementos “energético-proteicos” son aquellos que presentan valores intermedios, por ejemplo los afrechillos (Cozzolino, 2000). En el Cuadro 1, se presenta el valor nutritivo de algunos suplementos utilizados en el país.

Cuadro 1. Valor nutritivo (mínimo, máximo y promedio) de suplementos.

	Maíz			Sorgo			Afrechillo de arroz		
	Mínimo	Máximo	Promedio	Mínimo	Máximo	Promedio	Mínimo	Máximo	Promedio
MS (%)	84,2	96,5	87,8	72,2	97,0	90,3	77,5	92,2	89,2
PC (%)	7,0	12,7	9,2	5,8	24,0	8,6	9,6	17,7	15,2
C (%)	1,2	18,9	3,0	1,2	8,8	2,6	4,4	18,6	10,1
EM (Mcal/kg)	2,6	3,4	3,3	2,9	3,6	3,3	2,6	3,2	3,0
DMO (%)	67,5	87,6	82,2	74,7	92,5	84,7	67,7	79,1	73,4

Nota: MS: materia seca. PC: proteína cruda. C: Cenizas. EM: Energía metabolizable. DMO: Digestibilidad de la materia orgánica.

Fuente: Mieres *et al.* (2004).

Diversos estudios fueron realizados durante la recría y terminación de novillos, siendo el afrechillo de arroz una buena alternativa por su combinación de energía, proteína y lípidos en estas categorías. A su vez, este suplemento presenta ventajas como puede ser su amplia disponibilidad en las regiones ganaderas del Norte y Este del país, asociadas a los sistemas arroz - pasturas y a un buen precio relativo frente a otras opciones alternativas (Pittaluga *et al.*, 2005, Lagomarsino y Brito, 2014).

4. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES EN BOVINOS PARA CARNE

Los requerimientos del animal están especialmente determinados por los requerimientos energéticos y proteicos.

Los requerimientos de energía se dividen en energía para mantenimiento y producción. La energía metabólica de mantenimiento (EMm) es el principal componente del costo energético de los animales a pastoreo. Este, no es constante y varía con la raza, el biotipo, el peso vivo, la condición corporal, la ganancia media diaria, la composición de la ganancia, la edad, la calidad de la dieta, la disponibilidad de forraje, la topografía del terreno, el nivel de actividad y efectos climáticos (Geenty y Rattray, 1987).

A medida que el animal crece y aumenta el nivel de consumo, también lo hace la proporción de grasa, proteína, agua y cenizas del cuerpo proporcionalmente al peso vivo del total del cuerpo, siendo la proporción de grasa cada vez mayor. Desde el punto de vista de conversión de alimento en tejido vivo, la

deposición de grasa es menos eficiente que la de músculo (Geenty y Rattray, 1987).

Los requerimientos de mantenimiento en animales en pastoreo son 15-20% mayores a la de los animales en confinamiento (Geenty y Rattray, 1987). En condiciones de pastoreo donde se alternan períodos de falta de forraje y/o baja calidad o no se ajusta la carga animal a la disponibilidad de la pastura, hay severas restricciones al consumo animal y en consecuencia la mayor parte del alimento consumido se destina a mantenimiento del peso corporal, variando el tiempo destinado al pastoreo entre 7 y 10 horas diarias, a distancias caminadas entre 2 a 8 km/día (Di Marco, 2006).

Los animales en pastoreo reciben el impacto directo de los cambios climáticos e indirectos debido a las condiciones del forraje y del terreno. Cuando baja la temperatura las ganancias disminuyen y la conversión de alimento a peso vivo (PV) aumenta. La temperatura crítica inferior de los rumiantes depende del tipo de animal, el estado y la temperatura en sí misma. Cuando más gordo este el animal, la temperatura crítica inferior es cada vez más baja (Di Marco, 2006). Los requerimientos de energía neta de mantenimiento (ENm) de peso metabólico aumentan 0,0007 Mcal de ENm por cada grado centígrado por debajo de 20°C. El efecto de estrés por calor (especialmente en animales de alta producción) y el estrés por frío (especialmente en animales chicos y de baja producción) pueden disminuir la productividad estimada hasta un 20 ó 30 % (Mac Loughin, 2009).

Si bien existe un amplio rango registrado de la EMm del ganado que no se encuentra lactando, el promedio se ubica en el rango de 0,131–0,176 Mcalkg^{0,75}. Cuando un animal libre de preñez y lactancia tiene un consumo por encima de sus requerimientos nutricionales de mantenimiento, genera un aumento de peso y el exceso de energía es acumulado en el cuerpo (Di Marco, 2006).

Los requerimientos de proteína del animal son cubiertos por la proteína microbiana sintetizada en el rumen y la proteína proveniente de la dieta que escapa de la degradación ruminal; estando la cantidad de proteína microbiana sintetizada influenciada por el nivel de carbohidratos digeribles en la dieta (Karges; Klopfenstein, citados por Mejía y Mejía, 2007). La proteína degradable es la proteína disponible para los microorganismos ruminales, mientras que la no degradable utilizada por el animal, es la suma de la proteína bacteriana digerible producida en el rumen y la proteína no degradable digerible de los alimentos consumidos por el animal (Lardy *et al.*, citado por Mejía y Mejía, 2007).

El Cuadro 2 presenta los requerimientos de energía y proteína metabolizable para mantenimiento y engorde de ganado adulto. Como puede observarse, a medida que aumenta el peso y la ganancia del animal, los requerimientos de energía aumentan. Sin embargo, los requerimientos de proteína metabolizable aumentan a mayor ganancia de peso, pero disminuyen a medida que el animal crece.

Cuadro 2. Requerimientos de energía metabolizable (EM; Mcal/día) y proteína metabolizable (PM; g/día) para mantenimiento y engorde en ganado bovino adulto para carne en crecimiento y terminación.

GMD (kg/an/día)		PV (kg)									
		250		300		350		400		450	
		EM	PM	EM	PM	EM	PM	EM	PM	EM	PM
0	Mantenimiento	4,8	239	5,5	274	6,2	307	6,9	340	7,5	371
0,500	Ganancia de peso	1,5	155	1,7	158	1,9	157	2,1	145	2,3	133
1,000		3,2	300	3,7	303	4,1	298	4,6	272	5,0	246
1,500		5,0	440	5,7	442	6,4	432	7,2	391	7,8	352
2,000		6,9	577	7,9	577	8,8	561	9,8	505	10,7	451

Nota: PV: peso vivo, GMD: ganancia de peso vivo. EM: energía metabolizable, PM: proteína metabolizable. Fuente: adaptado de NRC (1996).

5. REVISIÓN DE RESULTADOS EXPERIMENTALES EN PRODUCCIÓN ANIMAL

5.1. Introducción

Los principales estudios relacionados con la invernada de vacunos en nuestro país se centran en el engorde de novillos, demostrando la conveniencia de la intensificación del sistema para obtener mejores resultados productivos con su consecuente mejora en la calidad de la canal y la carne. En el engorde de vacas de descarte existe escasa investigación, encontrándose un sólo antecedente llevado a cabo por Pigurina (1999). A nivel regional, los estudios se basan en sistemas pastoriles y el agregado de suplemento (Restle *et al.* 1998, Coppo *et al.* 2003, Peralta *et al.* 2013). Por otro lado, la bibliografía internacional compara diferentes edades y estados fisiológicos del animal a través de sistemas intensivos de engorde a corral (Matulis *et al.* 1987; Schnell *et al.* 1997; Moura *et al.* 2013).

Uno de los métodos de intensificación de la invernada se da a través de la implantación de verdeos de invierno, principalmente *avena bizantina* y/o raigrás anual. La mezcla de estas forrajeras permite un mayor tiempo de utilización de las mismas, comenzando en otoño (avena) y culminando en diferentes momentos de la primavera (según el ciclo del raigrás). Los efectos del manejo del pastoreo sobre la vegetación dependen de diversos factores como la carga animal, el régimen de pastoreo y el tiempo asignado al mismo. La intensidad de pastoreo ofrece un amplio margen para el control de la selectividad del pastoreo (Pavlu *et al.*, 2003). El manejo de la pastura debe utilizarse de manera que optimice la oferta de forraje, tanto en cantidad como en calidad.

En este capítulo se presenta una revisión de diferentes estudios llevados a cabo en novillos y vacas teniendo en cuenta los factores principales que afectan la ganancia de peso vivo, la composición de la canal *in vivo* y *post mortem*, la calidad de la carne y la composición de los ácidos grasos de esta última.

5.2. Factores que afectan la respuesta animal durante el periodo de engorde

Las características del forraje consumido (calidad y cantidad), afectan la tasa y composición de la ganancia, siendo el principal efecto en la relación grasa/proteína. Al aumentar la disponibilidad de forraje se dan mayores consumos y selecciones de dietas de mayor calidad (Risso, 1981; Poppi *et al.* 1987, Montossi *et al.* 2000) con la obtención de mejores ganancias de peso (Petersen, Lucas y Mott, Bryant *et al.*, Hart, citados por Garin *et al.*, 1993; Risso y Zarza, 1981) y mayor proporción de grasa (Di Marco, 1993). Con disponibilidades de forraje entre 500 a 2500 kgMS/ha la productividad animal aumenta, llegando a máximos consumos con ofertas entre 2250 y 2500 kgMS/ha y alturas del forraje entre 10 y 15 cm (Rovira, 1996).

La suplementación en cantidades controladas maximiza la eficiencia del uso del forraje sin perjudicar e incluso mejorar el ritmo de ganancia de peso de los animales en altas dotaciones (Fernández y Mieres, 2005). Sin embargo, la respuesta depende de la cantidad y/o calidad de la pastura (Cibils *et al.*, 1997). En forrajes de alta calidad y cantidad, el agregado de suplemento puede generar disminución del consumo de pasturas por efecto de sustitución. En estas condiciones, para obtener altas ganancias, el suplemento debe presentar una calidad compatible a la del forraje. En forrajes de alta calidad y baja cantidad, el suplemento debe ser de menor calidad que el forraje (Elizalde, 2003). En pasturas de baja digestibilidad, independientemente de la disponibilidad forrajera, la respuesta a la suplementación puede ser muy importante en términos físicos y justificable en términos económicos (Orcasberro, 1997).

En diversos estudios de suplementación energética/proteica en pasturas de calidad (proteína > 16%, digestibilidad > 65%) se demostró que el aumento del consumo de suplemento mejora la ganancia de peso,

pero a eficiencias de conversión (EC) menos deseadas (Elizalde, 2003). Las mejores EC resultan cuando la calidad y/o la cantidad de forraje son deficientes o limitantes (Latimori y Kloster, 1997) y en animales en activo crecimiento (Lange 1980; Latimori y Kloster 1997). En el Cuadro 3, se presenta un resu-

men de diversos estudios nacionales relacionados con el uso de suplementos energéticos sobre pasturas invernales con novillos y en el Cuadro 4 se presenta una recopilación de estudios internacionales en vacas de descarte pastoreando con niveles de suplementación diferentes.

Cuadro 3. Resultados productivos en novillos según diferentes asignaciones de forraje y suplementación.

Autor	Pastura	Raza	Edad	NOF (%PV)	S (% PV)	GMD (kg/día)	Utilización del forraje (%)	EC (kgsupl/kg PV)
Risso <i>et al.</i> (1991)	Pradera		Sobre año	1,5 y 3	Testigo	0,173 y 0,904	81,8 y 57,2	s/d
				1,5 y 3	0,5	0,800 y 1,045	77,6 y 58,3	3,1 y 14,2
				1,5 y 3	1,0	0,841 y 0,958	69,6 y 43,6	6,0 y 74,0
Simeone <i>et al.</i> (2005)	Raigrás	Hereford	18 meses	2,5 y 5	Testigo	0,038 y 0,525	s/d	s/d
				2,5 y 5	GM entero 1	0,447 y 0,882	s/d	s/d
				2,5 y 5	GM molido 1	0,455 y 1,002	s/d	s/d
Vaz Martins <i>et al.</i> (2005)	Pradera	Hereford	s/d	2, 4 y 6	Testigo	0,420, 0,690 y 0,880	s/d	s/d
				2, 4 y 6	GM entero 0,7	0,670, 0,740 y 0,860	s/d	s/d
Beretta <i>et al.</i> (2006)	Pradera	Hereford	16 meses	3, 6 y 9	Testigo	0,299, 0,483 y 0,667	s/d	s/d
					GM quebrado 1	0,761, 0,804 y 0,733	s/d	5,9, 8,6 y 38,5
Luzardo <i>et al.</i> (2014)	Pradera	Hereford	20 a 22 meses	2 y 4	Testigo	0,881 y 1,366	s/d	s/d
				2	SM 0,8 y 1,6	1,303 y 1,443	s/d	8,2 y 11,6

Nota: NOF: nivel de oferta de forraje. S: Suplementación. GMD: ganancia media diaria. EC: eficiencia de conversión. GM: grano de maíz. SM: sorgo molido. s/d: sin dato.

Cuadro 4. Resultados productivos en engorde en vacas de descarte.

Autor	Pastura	Disponibilidad de forraje (kgMS/ha)	Raza	Carga	Tratamiento	PVi (kg)	PVf (kg)	GMD (g/día)
Reste <i>et al.</i> (2000) (Brasil)	Triticale y avena	1276	Charolais	1362 kgPV/ha	Testigo	339	431	1483
					0,3	342	431	1437
					0,6	334	426	1476
					0,9	338	432	1510
Restle <i>et al.</i> (2001) (Brasil)	Avena y raigrás (pastoreo horario)	2064	Charolais y Nelore	1600 kgPV/ha	Testigo	368	445	920
					0,4	378	483	1230
					0,8	376	485	1200
Coppo <i>et al.</i> (2003) (Argentina)	Campo natural	2200	Cebú x Británico	s/d	Testigo	407	443	304
					Pulpa de citrus	384	375	98
		1800		0,6 animales/ha	Testigo	428	487	492
					Pulpa de citrus	391	433	352
Peralta <i>et al.</i> (2013) (Paraguay)	Brachiaria brizantha	s/d	Cebú	s/d	Testigo	s/d	s/d	467
					Expeller de pulpa de coco			673

Nota: PVi: peso vivo inicial; PVf: peso vivo final; GMD: ganancia media diaria. s/d: sin datos

Los resultados obtenidos en novillos muestran que el aumento de la asignación de forraje incrementa las ganancias de peso vivo, con mayores incrementos a su vez cuando se agrega suplemento en la dieta. Sin embargo, el aumento de la asignación de forraje a un mismo nivel de suplementación o un mismo nivel de asignación de forraje con un aumento de la suplementación, hace que se incremente la EC (menos eficiente).

El nivel de alimentación también va a generar respuestas diferenciales según la raza o biotipo y el sexo del animal. Diversos estudios demostraron que diferentes biotipos o animales de distinto sexo afectan la res-

puesta animal. Novillos en confinamiento alimentados con ensilaje de maíz y concentrado fueron 17% más eficientes que hembras en iguales condiciones de producción (Ferreira, 2006) y animales cruza $\frac{3}{4}$ Charolais y $\frac{1}{4}$ Nelore (1,36 kg/a/d) presentaron mayores ganancias de peso que las razas puras o cruza $\frac{3}{4}$ Nelore + $\frac{1}{4}$ Charolais con ganancias desde 1,020 a 1,060 kg/a/d (Restle *et al.*, 2001).

Otros estudios en vacas de descarte determinaron que el tipo de forraje utilizado no afecta la ganancia de peso vivo cuando se comparan diferentes edades sobre una misma base forrajera (Cuadro 5).

Cuadro 5. Efecto de la edad en la ganancia de peso de vacas de descarte.

Autor	Condiciones	Edad	Ganancia media diaria (kg/a/día)
Price y Berg (1981)	Confinamiento	< 4 años	1,59
		4 y 5 años	1,21
		> 5 años	1,19
Jones (1983)	Vacas Holstein en confinamiento	< 8 años	1,37
		> 8 años	1,48
Restle <i>et al.</i> (2000) y Restle <i>et al.</i> (2001)	Vacas Charolais pastoreando en forma horaria un verdeo anual invernal	4 años	1,61
		5 y 6 años	1,35
		8 años	1,44
		> 8 años	1,33
Galli <i>et al.</i> (2008)	Vacas Hereford pastoreando una pradera de alfalfa y festuca	3 años	0,58
		4 y 5 años	0,58
		6 y 8 años	0,58
		12 años	0,37

5.3. Factores que afectan la calidad de la canal

La calidad de la canal se define por características que confieren máxima aceptación y mayor precio frente a los consumidores o el mercado, siendo las deseadas: a) mínima proporción de hueso, b) masa muscular adecuada en regiones de alto valor comercial, c) estado de madurez y distribución del tejido conjuntivo suficiente para sostener los músculos y mínimo para conferir adecuada terneza y jugosidad, d) estado de engrasamiento mínimo pero suficiente para

su conservación, transporte y proporcionar propiedades sensoriales óptimas y e) alto rendimiento y sabor apropiado (Espejo *et al.*, 2000).

Datos nacionales obtenidos por INIA e INAC, a partir de las Auditorías de Calidad, muestran que los pesos de canal caliente (PCC) en vacas de descarte y vaquillonas se encuentran en promedio en 203,4 y 221,7 kg, respectivamente durante los últimos 10 años (Correa y Brito, 2017). En el Cuadro 6, se presentan los resultados promedios de PCC según el año auditado por categoría.

Cuadro 6. Peso de canal caliente (kg) según año de Auditoría de Calidad de INIA e INAC del Uruguay.

Categoría	2003	2008	2013
Novillos	270,6	263,1	276,1
Vaquillonas	199,2	203,7	207,2
Vacas	218,6	221,7	224,7

Fuente: Correa y Brito, 2017

En el Cuadro 7 se resumen los principales factores que influyen sobre la calidad de canal.

Cuadro 7. Grado de incidencia de los principales factores que influyen en los parámetros relacionados con la calidad de la canal.

	Calidad de la canal			
	Rendimiento	Peso	Conformación	Engrasamiento
Factores intrínsecos				
Raza	**	***	****	***
Genotipo	**	**	****	**
Sexo	**	***	**	***
Edad-peso	***	****	*	****
Factores productivos y medioambientales				
Ambiente/estación	*	***	-	**
Alimentación	***	***	*	****
Factores de sacrificio y pre sacrificio				
Transporte/Estrés/Ayuno	****	*	-	-
Sacrificio	**	**	-	*
Post sacrificio y comercialización				
Maduración	-	-	-	-
Refrigeración de canales	**	*	-	-
Conservación	-	-	-	-

Nota: - sin influencia; * pequeña influencia, ** influencia moderada, *** influencia alta, **** gran influencia

Fuente: Sañudo *et al.*, citado por Díaz, 2001.

Las diferentes razas tienden a presentar variaciones en los pesos de faena y de canal, siendo generalmente las de madurez tardía las que presentan mayores pesos y rendimientos en comparación a las de madurez temprana cuando se utiliza el mismo grado de terminación como criterio de faena (Di Marco, 1993; Franco *et al.*, 2002). Las razas de madurez temprana presentan un tamaño más pequeño, entrando en la fase de engrasamiento a pesos más bajos (Berg y Butterfield, 1979).

En el Cuadro 8 se resumen diversas investigaciones en vacas de descarte con el objetivo de evaluar las diferencias en parámetros asociados a la calidad de la canal entre razas.

El desarrollo de los tejidos se ve afectado por el sexo (Ruiz Huidobro *et al.*, 2000; Asenjo *et al.*, 2005; Ávilez, 2006) y la edad del animal. En el Cuadro 9 se presenta un resumen de estudios comparativos realizados en vacas y novillos en la calidad de la canal.

Cuadro 8. Efecto de la raza en la calidad de la canal.

Autor	Razas	PV final (kg)	PC (kg)	Rend. (%)	AOB (cm ²)	EGS (mm)
Perobelli <i>et al.</i> (1995)	Charolais (C)	496,8 a	229,5	46,1 b	65,18 a	1,54 b
	Nelore (N)	444,8 b	220,8	49,6 a	53,64 b	5,84 a
Restle <i>et al.</i> (2001 b)	C	471,0 a	245,7 a	52,1	66,3 a	6,1
	N	410,0 b	214,0 b	52,2	51,4 c	6,2
	3/4C+1/4N	520,0 a	268,0 a	51,4	64,7 ab	6,6
	3/4N+1/4C	481,0 a	255,1 a	53,0	59,1 b	7,7
Restle <i>et al.</i> (2003)	C	511,0	250,0	49,0 b	s/d	4,9 b
	3/4C+1/4N	532,0	272,0	51,1 a		4,9 b
	1/2C+1/2N	528,0	268,0	50,8 a		6,9 a

Nota: PV: peso vivo; PC: peso canal; Rend: rendimiento. AOB: área ojo de bife; EGS: espesor de grasa subcutánea; s/d: sin dato. Valores entre columnas con letras distintas son significativamente distintas (P<0.05).

Cuadro 9. Efecto de la alimentación y la raza de vacas de descarte sobre la calidad de la canal.

Autor	Características	Parámetros	PVf (kg)	PC (kg)	Rend. (%)	AOB (cm ²)	EGS (mm)
Stelzleni <i>et al.</i> 2007	Vacas de razas carniceras	Flacas	s/d	302 c	s/d	72 cd	s/d
		Gordas		377 b		83 ab	
	Vacas de razas lecheras	Flacas		354 b		68 d	
		Gordas		407 a		79 bc	
	Control	Novillos		357 b		91 a	
	Nunes Vaz <i>et al.</i> 2002	Confinamiento Raza Hereford		Novillos de 2 años		427 b	
Vacas de 8 años			476 a	222	46,6	49	5,8

Nota: PVf: peso vivo final. PC: peso de canal. Rend: rendimiento. AOB: área de ojo de bife, EGS: espesor de grasa subcutáneo. s/d: sin dato. Valores de una misma línea con letras distintas son significativamente distintas (P<0.05).

En el Cuadro 10 se presenta un resumen de estudios en vacas de descarte con el objetivo de evaluar el efecto de la edad sobre las características de la canal. En general, a mayor edad, se da un mayor peso vivo, peso canal, rendimiento carnícerico y engrasamiento (especialmente subcutáneo). Los máximos cambios se encuentran entre 100 y 400 kg PV y a partir de ahí son menores hasta los 600 kg. (Berg y Butterfield, 1979).

La estimación de la canal *in vivo* (área de ojo de bife -AOB- y espesor de grasa -EG-

permite predecir el tiempo de alimentación requerido para alcanzar el punto composicional de faena prefijado (Brito y Pringle, 2001). La dieta recibida durante el periodo de engorde y próximo a la faena juega un rol fundamental en la calidad de la canal. Dietas basadas en granos o suplementación sobre pasturas (altos niveles de energía), determinan mayores rendimientos carnícericos con canales más engrasadas (Brito, 2002; Ávilez, 2006) y mayores AOB que novillos terminados exclusivamente sobre pasturas (Cuadro 11).

Cuadro 10. Factores que influyen en parámetros relacionados con la calidad de la canal.

Autor	Edad	PV final (kg)	GMD (g/a/día)	PC (kg)	Rendimiento carnicero (%)	AOB (cm ²)	EGS (mm)
Price y Berg (1981)	< 4 años	550	1590	250	s/d	69	0,7 a
	4 y 5 años	551	1210	281	s/d	67	1,1 b
	> 5 años	606	1190	284	s/d	63	1,2 c
Whythes y Shorthose (1991)	< 4 años	370 b	s/d	187 b	50,5 a	s/d	6,3 b
	5 y 10 años	444 a	s/d	222 a	50,0 a	s/d	9,1 a
	> 10 años	472 a	s/d	221 a	46,8 b	s/d	4,8 c
Restle <i>et al.</i> (2000) y Restle <i>et al.</i> (2001)	3 años	416 b	1608	202 b	48,6	s/d	2,22 b
	4 y 5 años	436 ab	1354	210 ab	48,1	s/d	2,47ab
	6 y 8 años	453 a	1439	220 a	48,7	s/d	3,59 a
	12 años	434 ab	1333	211 ab	48,7	s/d	3,69 a
Galli <i>et al.</i> (2008)	3 años	422 b	575	s/d	52	64	8,2
	4 y 5 años	462 ab	581	s/d	51	58	11
	6 y 8 años	503 a	580	s/d	47	58	9,86
	12 años	486 ab	367	s/d	47	64	6,33

Nota: PV: peso vivo. GMD: ganancia media diaria. PC: peso canal. AOB: área ojo de bife. EGS: espesor de grasa subcutánea. s/d: sin dato. Letras diferentes a, b y c entre columnas son significativamente distintas (P<0.05).

Cuadro 11. Factores que influyen en parámetros relacionados con la calidad de la canal.

Autores	Características	AOB (cm ²)	EGS (mm)	PCC (kg)
Gil y Huertas (2001)	Novillos sobre pasturas	55,3	13,6	249,0
	Novillos a corral	61,3	8,2	268,0
Realini <i>et al.</i> (2004)	Novillos sobre pastura	55,2	s/d	226,0
	Novillos con concentrado	62,9	s/d	240,0
Luzardo <i>et al.</i> (2014) Año 1	NOF 4%PV + S 0%PV	53,8 a	4,57 b	220,9 a
	NOF 2%PV + S 0%PV	48,7 b	3,27 b	187,4 b
	NOF 2%PV + S 0,8%PV	55,5 a	6,29 a	228,8 a
Luzardo <i>et al.</i> (2014) Año 2	NOF 4%PV + S 0%PV	50,3 b	4,73 a	210,1 b
	NOF 2%PV + S 0,8%PV	46,2 b	3,14 b	185,8 c
	NOF 2%PV + S 1,6%PV	56,0 a	4,64 a	225,5 a

Nota: AOB: área de ojo de bife. EGS: espesor de grasa subcutánea. PCC: Peso de canal caliente. "NOF:Nivel de Oferta de Forraje. S: Suplementación. PV: Peso Vivo. s/d: sin dato. a, b y c: medias con letras diferentes entre filas, son significativamente diferentes entre sí, para cada año (P<0,05).

Miller *et al.* (1987) llevaron a cabo un estudio con vacas adultas de razas carniceras con una dieta de baja energía o mantenimiento (BE) o de alta concentración energética (AE) en base a ensilaje de maíz. Los pesos iniciales promediaron 562 kg, obteniéndose ganancias de 100 g/a/día para BE y 1000 g/a/

día para AE. Los PCC fueron mayores en AE (390 kg) que en BE (299 kg), al igual que el AOB y EGS (70,7 cm² y 3,5 mm en BE y 80,3 cm² y 15,5 mm en AE). Restle *et al.* (2000, 2001a) evaluaron la suplementación con sorgo a diferentes niveles (0, 0,3, 0,6 y 0,9 % PV) en vacas Charolais en pastoreo

horario sobre verdeos de raigrás anual y triticale (4 horas diarias) y Restle *et al.* (2001b) con niveles de suplementación (0, 0,4 y 0,8 % PV) durante 76 días. En estos estudios, las variables PV inicial y final, GMD, PC fría, rendimiento carnicero y EGS no presentaron diferencias entre tratamientos.

En el Cuadro 12 se presenta un resumen de diversos experimentos realizados en vacas de descarte en engorde a corral. En términos generales, una mayor duración del tiempo de encierre permite terminar los animales a mayores pesos vivos, con mayor peso canal, AOB y engrasamiento.

Cuadro 12. Factores que influyen en parámetros relacionados con la calidad de la canal.

Autor	Características	Tratamientos	PV inicial	PV final	GMD (kg/d)	PC	Rendimiento (%)	AOB (cm ²)	EGS (mm)
Matulis <i>et al.</i> (1987)	Raza: británica Efecto del tiempo de internada	0 día	432	379	s/d	199	s/d	47,4	12
		28 días		430		223		57,5	24
		56 días		468		254		62,8	57
		84 días		506		288		65,2	141
Brown y Johnson (1991)	Raza: carnicera, cruce Brahman Heno <i>Cynodon</i> + suplemento (S)	T (sin S)	s/d	s/d	0,490	233	48,5	60	36
		S Pulpa citrus			0,695	246	50,4	66	49
		S Melaza caña			252	50,8	65	53	
Schnell <i>et al.</i> (1997)	Diversas razas Diferentes duraciones de encierre	17 días	479	477b	0,05c	237b	49,4b	49,5b	s/d
		28 días	525	556a	1,04b	295a	53,1a	63,4a	
		42 días	507	564a	1,30b	298a	52,6a	63,9a	
		56 días	512	606a	1,74a	319a	52,7a	70,6a	
Kuss <i>et al.</i> (2005)	Charolais, Nelore. Edad 8,5 años, 48% voluminoso, 52% concentrado.	60 días	s/d	465		238b	s/d	s/d	s/d
		75 días		507		258b			
		140 días		566		311a			
Stelzlein <i>et al.</i> (2008)	Angus x Brahman, 85% maíz, 15% cascara algodón	Pastoreo	491	491b	0b	229b	s/d	64b	24b
		42 días		501b	0,370b	262b		72ab	41b
		84 días		581a	0,990a	311a		79a	95a
Moura <i>et al.</i> (2013)	Razas carniceras. Edad 7,2 años. Ensilaje: maíz (M)	M 1,08 %PV	438	531	1,810	258	45,0	s/d	38
		M 1,62 % PV		554	2,000	267	48,2		44

Nota: PV: Peso vivo. GMD: ganancia media diaria. PC: peso de canal. AOB: área de ojo de bife. EGS: espesor de grasa subcutánea. s/d: sin datos. a y b: medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes entre sí.

5.4. Parámetros que definen la calidad de la carne y factores que la afectan

5.4.1. pH y maduración

Luego de la muerte del animal los valores de pH normales a las 24 - 48 horas se encuentran entre 5,4 - 5,8 (Lawrie, 1998). Valores superiores a 5,8 generan un deterioro de la carne, condicionando la actividad enzimática, el sabor, el color, la terneza y la carga microbiana (Santini *et al.*, 2003).

En el proceso de descenso de pH, se establece el *rigor mortis* (Lawrie, 1998), ocurriendo el proceso de maduración que continúa durante el almacenamiento de la carne hasta su consumo. Este proceso se ve influenciado por la edad del animal, el sexo (Molinero *et al.*, 2005), el aturdimiento, tiempo de maduración, empaquetado y velocidad de enfriamiento de la canal (Garrido *et al.*, 2005).

Durante la maduración se producen modificaciones como la oxidación de los lípidos intramusculares y la mioglobina que afectan el color y flavor de la carne (Molinero *et al.*, 2005). Por su parte, la terneza y el sabor se ven afectados por el tiempo y la temperatura de refrigeración durante la maduración, siendo recomendado un periodo de 10 a 14 días, a temperaturas entre 2 a 4 °C (Lawrie, 1998; Ouali *et al.*, 2006). La reducción de la temperatura del músculo permite minimizar la pérdida de proteínas y la inhibición del crecimiento bacteriano. Sin embargo, rápidas reducciones del pH pueden afectar la calidad de la carne, causando acortamiento por frío, generando un menor grado de terneza (Brito, 2002).

Los valores de pH registrados en las Audito-

rias de Calidad de Carne del Uruguay de INIA e INAC muestran que durante el año 2003 el 22,5% de las canales evaluadas (machos y hembras) presentaban valores superiores a 5,8, mientras que este valor en 2008 y 2013 fue de 14,7 y 18,0%, respectivamente. En lo referente a la categoría vacas y vaquillonas durante el año 2013, los valores encontrados por encima del normal (pH 5,8) fueron de 16,3 y 7,0%, respectivamente (Correa y Brito, 2017).

5.4.2. Color de la carne y de la grasa

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

A nivel nacional se cuenta con numerosos datos de color de carne y de grasa a partir de las Auditorias de Calidad de Carne de INIA e INAC. Para el caso del color del músculo (evaluado en forma visual a nivel del AOB), los resultados del año 2013 muestran que el 90,1% de las canales evaluadas presentaban una coloración normal, variando la proporción de cortes oscuros según categoría (Cuadro 13). Para el color de la grasa en el año 2008 se vio que el 8,0% de las canales estuvieron comprendidas en grados de rechazo 7 y 8 según escala Aus-Meat (2016), disminuyendo a 0,7% durante el año 2013. En este año, en la categoría vacas de 8 dientes los valores de rechazo fueron de 1,6% del total de las canales evaluadas, mientras que en las vacas de 6 dientes no se encontraron rechazos. En las vaquillonas de 2 y 4 dientes, el 4,8 % presentó una coloración de grasa en el grado 7 (Correa y Brito, 2017).

Cuadro 13. Auditoria de Calidad de Carne del Uruguay de INIA e INAC - % de rechazo de canales por cortes oscuros (2013).

Color del músculo	Categoría			
	Novillo	Vacas	Vaquillonas	Total
Normal	88,4	94,8	98,7	90,9
Oscuro	11,6	5,2	1,3	9,1

Fuente: Correa y Brito, 2017.

Cuando el pH final de la carne es elevado se generan cortes oscuros, que presentan una consistencia seca, dura y algo pegajosa, con mayor susceptibilidad al ataque por microorganismos (Lawrie, 1998). Los parámetros que definen el color de la carne (L^* luminosidad, a^* rojo y b^* amarillamiento) se correlacionan negativamente con el pH, generando tonalidades más oscuras cuando el pH aumenta (Page *et al.*, 2001).

La raza, el sexo y la edad afectan el color de la carne. Generalmente, tienen mayor tendencia a cortes oscuros los machos enteros que los machos castrados y las hembras (Bocco *et al.*, 2005). Zea *et al.* (2007) encontraron que el L^* fue ligeramente más alto y el b^* más bajo en machos que en hembras, siendo el a^* similar entre ambos sexos. En cuanto a la edad, a mayor edad, mayor es la posibilidad de ocurrencia de este tipo de cortes (Depetris, 2000). Sin embargo, Galli *et al.* (2008) no encontraron diferencias en el color del músculo en vacas de descarte de diferentes edades. Wulf *et al.*, (1997), determinaron que los *Bos taurus* presentan valores de L^* mayores y de a^* menores que los *Bos indicus*.

En cuanto al color de la grasa, la más relevante para el consumidor es la de cobertura, variando entre blanco y amarillo pálido, es-

tando muy influenciada por la dieta que reciben los animales (de la Fuente *et al.*, 2005) y por la edad de los mismos. A medida que el animal crece, la coloración tiende a ser más amarilla (Bocco *et al.*, 2005). Galli *et al.* (2008) observaron que el color de la grasa presentó coloración más amarilla (parámetro b^*) en vacas mayores a 6 años en comparación a vacas menores a esta edad.

Dietas de alto contenido energético provocan una disminución en el contenido de pigmentos de mioglobina, resultando un color más claro de la carne (Boleman *et al.*, 1996). A su vez, el consumo de pasturas, que usualmente tienen elevados contenidos de pigmentos (carotenos) que se depositan en los adipocitos, provoca el color amarillento de la grasa, característica de animales provenientes de sistemas extensivos, acompañados por un color más oscuro del músculo (Bolte, 2000).

Diversos estudios en novillos (Cuadro 14) evaluaron el efecto del sistema de alimentación en los parámetros L^* , a^* y b^* . Los resultados coincidieron en que la inclusión de suplementos en la dieta generan mayores valores de L^* , a^* y b^* . En el color de la grasa, los animales terminados en pasturas presentaron valores más altos de L^* y b^* que en animales terminados con concentrados (Realini *et al.*, 2004).

Cuadro 14. Influencia del sistema de alimentación sobre los parámetros de color de carne y grasa.

Autor	Tratamiento	Color de la carne			Color de la grasa		
		L^*	a^*	b^*	L^*	a^*	b^*
Realini <i>et al.</i> (2004)	Pasturas	33,8	20,5	8,8	72,4a	5,9	15,2a
	Concentrado	35,6	20,4	8,4	71,8ab	5,2	13,5b
	Concentrado + Vitamina E	36,3	20,9	9,2	69,8b	5,5	14,5ab
Stelzeni <i>et al.</i> (2008)	Pastura	35,7 c	24,5 b	9,7 b	s/d		
	42 días de encierre	37,8 a	26,0 a	10,7 a			
	84 días de encierre	37,0 b	26,1 a	10,5 a			
Luzardo <i>et al.</i> (2014) Año 1	NOF 4% PV – S 0% PV	36,6 ab	13,3 b	7,0 b	s/d		
	NOF 2% PV – S 0% PV	34,9 b	12,4 b	6,4 b			
	NOF 2% PV – S 0,8% PV	39,7 a	15,8 a	8,8 a			
Luzardo <i>et al.</i> (2014) Año 2	NOF 4% PV – S 0% PV	37,5	14,4 b	8,3 b	s/d		
	NOF 2% PV – S 0,8% PV	40,5	14,6 b	8,7 b			
	NOF 2% PV – S 1,6% PV	39,5	17,2 a	10,4 a			

Nota: L^* , a^* y b^* : parámetros de color. NOF: nivel de oferta de forraje; PV, peso vivo y S; nivel de suplementación s/d: sin dato. a, b y c: medias con letras diferentes entre columnas, son significativamente diferentes entre sí, para cada autor ($P < 0,05$).

Zea *et al.* (2007) evaluando el efecto de diferentes tipos de alimentación (suplementación en base a cebada y soja, maíz y ensilado de pradera) sobre los parámetros de calidad de la carne en machos y hembras, observaron 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. Dijkhuis *et al.* (2008) encontraron valores de 40,3, 25,9 y 10,4 en L*, a* y b*, respectivamente, en vacas de descarte cruce con predominancia de genotipo Brangus. A su vez, Weber *et al.* (2012) obtuvieron valores similares de L* (39,1) y a* (28,0) en sus estudios pero mayores valores del parámetro b* (17,4) en vacas de descarte para razas carniceras predominantemente de sangre británica, entre 2 y 8 años de edad, alimentadas con una dieta a base de concentrado.

5.4.3. Terneza

La terneza se encuentra afectada principalmente por el descenso de pH, la tasa de enfriamiento, la estimulación eléctrica, el periodo de maduración, el envasado, el manejo, preparación de los cortes y su cocción (Brito *et al.*, 2002). Sin embargo, existen otros factores que influyen en el resultado final de terneza, como especie, raza, edad, sexo, tipo

de músculo (Sinex, citado por Takahashi, 1996), contenido de tejido conectivo, colágeno (Griffin, citado por Barriada, 1995), colágeno soluble (Dransfield, citado por Barriada, 1995) y grasa intramuscular (Lawrie, 1998; Brito *et al.*, 2002, Feed y Franco, 2004),

Según Marsll, citado por Soria y Corva (2004), las razas continentales producen carne ligeramente más dura con menor contenido de grasa intramuscular que las británicas. Wulf *et al.* (1997); Crouse *et al.*, Shackford *et al.*, citados por Soria y Corva (2004), demostraron en animales cruce que a mayor proporción de genes cebuinos el grado de terneza disminuye progresivamente en comparación a razas europeas. Franco *et al.* (2002) evaluaron diferencias entre la raza Hereford y sus cruces con Angus, Nelore y Salers, encontrando que la fuerza de corte aumenta a medida que la proporción de sangre indica es mayor.

En el Cuadro 15 se presenta un resumen de estudios llevados a cabo en vacas de descarte con el objetivo de observar efectos en la terneza de la carne. Sin embargo, estas investigaciones no encontraron diferencias en los valores de fuerza de corte para esta categoría según los factores evaluados.

Cuadro 15. Resultados en calidad de carne en 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	Vacías	8,1
		Preñadas	7,7
		Castradas quirúrgicamente	7,5
		Castradas DIU	7,4
Galli <i>et al.</i> (2008)	Vacas Hereford sobre una pradera de festuca y alfalfa durante 140 días	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	79	3,0
		123	4,2
Restle <i>et al.</i> (2003)	Vacas Charolais (C) y sus cruces con Nelore (N) a corral durante 80 días	C	5,9
		3/4C+1/4N	5,7
		1/2C+1/2N	5,7

Mayores niveles de consumo y/o de energía afectan la composición muscular y la deposición de tejido magro, llevando a un menor contenido de agua y una mejora de la terneza, asociada a una menor cantidad de tejido conectivo y mayores grados de marmoreo (Depetris, 2000). Dietas de alta energía determinan altas tasas de síntesis proteica (Aberle *et al.*; Miller *et al.*, citados por Boleman *et al.*, 1996), resultando en un incremento del colágeno soluble en la carne (Aberle *et al.*, citados por Boleman *et al.*, 1996) que contiene menos cruzamientos intermoleculares y fibras de colágeno menos estables con alta solubilidad (McClain y Wiley, Millar *et al.*, citados por Boleman *et al.*, 1996; Rampala y Jones, citados por Sañudo *et al.*, 2004).

Bolte (2000) establece que en sistemas de terminación en base a forraje las carnes son más magras con grados (sensoriales) menores de terneza debido a mayores cantidades de tejido conectivo, con mayores valores de fuerza de corte, comparada con carnes de animales con terminaciones a granos. Sin embargo, estudios de Brito *et al.* (2014) resaltan el hecho de que la carne proveniente de novillos terminados con granos presenta valores de terneza menores o similares a la proveniente de aquellos terminados en pasturas.

En el Cuadro 16 se presentan los valores de fuerza de corte obtenidos para diferentes periodos de maduración en novillos Hereford. En estos estudios no se encontraron diferencias en los valores de fuerza de corte entre sistemas de alimentación.

Cuadro 16. Fuerza de corte en carne de novillos según dieta y días de maduración.

Autor	Tratamiento	Fuerza de corte según días de maduración (kgF)			
		Inicial	7 días	14 días	20 días
Realini <i>et al.</i> (2004)	Pastura	4,7	2,9	2,8	s/d
	Concentrado	4,5	3,8	3,4	s/d
Luzardo <i>et al.</i> (2014) Año 1	NOF4 + S0	s/d	3,5	s/d	3,1
	NOF2 + S0		4,2		3,3
	NOF2 + S0,8		3,5		3,0
Luzardo <i>et al.</i> (2014) Año 2	NOF4 + S0		3,7		3,2
	NOF2 + S0		3,8		3,4
	NOF2 + S0,8		4,6		3,9

Nota: NOF2: nivel de oferta de forraje al 2% del peso vivo; NOF4: nivel de oferta de forraje al 4% del peso vivo. S0: sin asignación de suplemento; S0,8: Suplementación con sorgo al 0,8% del peso vivo. s/d: sin dato.

En el Cuadro 17 se resumen estudios en vacas de descarte, donde se evaluó la fuerza de corte a partir de diferentes días a corral. El aumento del periodo de engorde, genera

mayores niveles de engrasamiento y menores fuerzas de corte por un aumento del colágeno soluble que permite ternezas más aceptables.

Cuadro 17. Fuerza de corte en carne en vacas de descarte adultas según días de encierre.

Autor	Raza	Edad (años)	Días de confinamiento	Peso Canal (kg)	Fuerza de corte (kg/F)
Matulis <i>et al.</i> (1987)	Británicas	Entre 9 y 13	0	198,6 d	9,0 b
			28	225,5 c	10,4 b
			56	253,7 b	6,5 a
			84	287,9 a	6,4 a
Kuss <i>et al.</i> (2005)	Charolais y Nelore	8,5	60	298,0 b	3,9 b
			75	258,0 b	4,9 a
			140	311,1 a	4,9 a
Stelzleni <i>et al.</i> (2008)	Angus x Brahman	s/d	0	229,3 b	9,0 a
			42	261,6 b	6,15 b
			84	311,1 a	5,3 b

Nota: s/d: sin dato

Mandell *et al.* (2006) trabajaron con vacas de descarte de razas carniceras y lecheras a los efectos de medir características de calidad de

canal y carne. En sus resultados observaron que el tiempo de maduración no afectó el pH, pero sí generó diferencias en la terneza (Cuadro 18).

Cuadro 18. Variación del pH y la terneza según días de maduración.

Parámetros medidos	Días de maduración			
	2	7	14	28
pH	5,68	5,63	5,66	5,64
Terneza (kgF)	5,41	5,06	4,44	3,70

Fuente: Mandell *et al.*, 2006

5.4.4. Ácidos grasos

Los ácidos grasos (AG) son clasificados en ácidos grasos saturados (AGS; sin dobles enlaces) e insaturados (con dobles enlaces). Dentro de estos últimos se dividen en monoinsaturados (AGMI; un doble enlace) y poliinsaturados (AGPI; más de un doble enlace) (Depetris y Santini, 2005). Los AGPI a su vez, se subdividen en omega 3 (n-3) y omega 6 (n-6) y se los considera esenciales debido a la incapacidad del organismo de sintetizarlos, motivo por el cual deben ser incorporados con la dieta (Simopoulos *et al.*, citados por Sanhueza *et al.* 2002; Depetirs y Santini, 2006).

En vacunos, los AGS, AGMI y AGPI constituyen el 44%, 45% y 6%, respec-

tivamente de los lípidos totales (Duckett y Realini, 2002). Dentro de los AGS los principales son el palmítico (16:0), el esteárico (18:0) (Scollan *et al.*, 2006; Higgs, citado por Saadoun y Cabrera, 2012) y el mirístico (14:0) (Hegdest *et al.*, Keys *et al.*, citados por Duckett y Realini, 2002). En los AGMI el ácido oleico (18:1 n-9) es el principal (Scollan *et al.*, 2006; Higgs, citado por Saadoun y Cabreara, 2012). Los AGPI más frecuentes pertenecen a la series n-6 y n-3, que tienen como principales al ácido linoleico (18:2 n-6, predominante en los granos) y linoléico (18:3 n-3, en las pasturas) (Calvo, 2006). Estos AG y el araquidónico (20:4 n-6) no son sintetizado por el organismo humano, debiendo obtenerse de la dieta (Lawrie, 1998).

Los AG son componentes importantes de la dieta en humanos, constituyendo un aporte energético importante, destacándose por sus efectos benéficos (AGMI y AGPI) o potencialmente dañinos (AGS) (Sanhueza *et al.*, 2002). Los AGS elevan los niveles plasmáticos de colesterol (Lawrie, 1998; Gil y Huertas, 2001), mientras que los AGPI tienden a disminuirlo (Gil y Huertas, 2001). El departamento de Salud del Reino Unido (Zea, 2005; de la Torre *et al.*, 2006) recomiendan que la dieta humana contenga una composición rica en AGPI y pobre en AGS, con una relación AGPI/AGS mayor a 0,45 y n-6/n-3 menor a 4. La relación n-6/n-3 es beneficiosa en carne de rumiantes, especialmente la que proviene de animales alimentados sobre pasturas con altos niveles de 18:3, determinando un cociente bajo (Wood *et al.*, 2004).

La carne bovina es una fuente dietaria del ácido linoleico conjugado (CLA) el cual ocurre naturalmente en el rumen. El CLA posee propiedades anticancerígenas e inmuno-estimulantes (Tricon *et al.*, citado por Saadoun y Cabrera, 2012). Los niveles varían según la naturaleza y calidad forrajera, la proporción entre forraje y concentrado y la suplementación (Mir *et al.*, citados por De la Torre *et al.*, 2006), entre 3,8 y 4,3 mg/g de lípido para Chin *et al.*, citados por Duckett y Realini (2002) y entre 1,2 y 12,5 mg/g de grasa para Raes *et al.*, citados por De la Torre *et al.* (2006). Los sistemas pastoriles uruguayos generan carne con alto contenido de CLA (Realini *et al.*, 2004). La dosis requerida para el consumo humano se encuentra en el entorno de 0,5% de la dieta o consumos de 15-20 g/día (de Blas, 2004).

Estudios nacionales y regionales resumidos por Cabrera y Saadoun (2014) demostraron que la carne proveniente de sistemas pastoriles tiene un menor contenido de grasa intramuscular (GIM) (1,6 - 3,6%) que la proveniente de sistemas de confinamiento (3,2 -7,7%).

La carne magra tiene más alta proporción en AGPI y más baja en AGS (menos de 2 g/100 g de carne) que la carne a la cual no se le aplicaron recortes del tejido graso (Saadoun y Cabrera, 2012) ya que éste presenta un alto contenido de AGS (37 g/100 g de carne) (Li *et al.*, citados por Saadoun y Cabrera, 2012).

Montossi y Sañudo (2003) estudiando la composición de AG en el músculo *Longissimus dorsi* encontraron que la mayor diferencia entre animales de distintas edades (novillos de 2 años y novillos de 3 años) se observa en el contenido de AGPI, determinando una mejor relación AGPI/AGS en los animales más jóvenes, sin encontrarse diferencias en la relación n-6/n-3 (ambos grupos con valores adecuados).

Estudios realizados sobre el efecto del genotipo en el contenido y composición lipídica de la carne de novillos no encontraron diferencias en la proporción de AG (Cuadro 19). En contraposición, Terevinto y Saadoun, citados por Saadoun y Cabrera (2012), encontraron diferencias en la composición de AG de novillos Hereford y Braford sobre pasturas, siendo los niveles de AGPI superiores en la raza Braford.

Cuadro 19. Contenido y composición lipídica en diferentes genotipos.

Autores	Genotipo	AGS (g/100g de grasa)	AGMI (g/100g de grasa)	AGPI (g/100g de grasa)
Grompone <i>et al.</i> (2002)	Hereford	44,8	39,2	10,7
	A. Angus* Hereford	45,4	40,2	8,9
	Salers * Hereford	46,3	41,3	9,4
	Nelore * Hereford	46,2	39,1	9,0
Feed y Franco (2004)	Hereford	45,1	39,1	10,8
	A. Angus * Hereford	45,2	39,8	8,9
	Salers * Hereford	45,5	41,3	9,1
	Nelore * Hereford	45,7	39,3	9,1

AGS: ácidos grasos saturados; AGMI: ácidos grasos monoinsaturados, AGPI: ácidos grasos poliinsaturados

Noci *et al.* (2005) evaluaron el efecto de la duración del pastoreo (0, 40, 99 o 158 días) previo a la faena en vacas cruce con Charolais. En sus resultados observaron que la proporción de AGS disminuyó y la de AGPI aumentó a medida que aumentaba la dura-

ción del pastoreo. La concentración de AGMI no presentó diferencias con un promedio entre todos los tratamientos de 42,1%. La relación AGPI/AGS aumentó a medida que aumentaba la duración del pastoreo, así como la relación n-6/n-3 disminuyó (Cuadro 20).

Cuadro 20. Composición de ácidos grasos en vaquillonas según días de pastoreo.

Días de pastoreo	AGS (g/100g de grasa)	AGMI (g/100g de grasa)	AGPI (g/100g de grasa)	n-6	n-3	n-6/n-3	AGPI/ AGS
0	47,3	43,2	2,9	1,6	0,8	2,0	0,06
40	47,8	40,7	3,2	1,7	1,0	1,7	0,07
99	47,2	42,2	3,3	1,6	1,0	1,6	0,07
158	45,2	42,2	3,9	1,8	1,2	1,5	0,09

AGS: ácidos grasos saturados; AGMI: ácidos grasos monoinsaturados, AGPI: ácidos grasos poliinsaturados
Fuente: Noci *et al.*, 2005

French *et al.*, citados por das Graças *et al.* (2006) evaluaron el contenido de CLA en la GIM de novillos en pastoreo, ensilaje o pastura con suplementación y demostraron que la disminución de la cantidad de concentrado en la dieta causó un aumento del CLA. Realini *et al.* (2004), De la Fuente *et al.*; Latimori *et al.*; Bressan *et al.* (citados por Cabrera y Saadoun, 2014), informaron niveles de CLA entre 0,44 - 0,67% en animales en pastoreo y de 0,23 - 0,34% en animales alimentados con concentrado.

Steen y Porter, citados por Scollan *et al.* (2006), divulgaron que el contenido de CLA en músculo y grasa subcutánea de novillos terminados en pasturas era tres veces mayor que la de terminados en concentrado y French *et al.*, citados por Scollan *et al.* (2006), encontraron un aumento significativo de CLA en el músculo de novillos en pastoreo (1,08%) comparado con alimentaciones de concentrado (0,37%).

6. BIBLIOGRAFÍA

ALBERTÍ, P.; PANEÁ, B.; RIPIO, G.; SAÑUDO, C.; OLLETA, J.; HEGUERUELA, I.; CAMPO, M.; SERRA, X. 2005. Medición del color. En: Cañeque, V.; Sañudo, C. (Eds). Serie Ganadera 3. Estandarización de las metodologías para evaluar la calidad del producto (animal vivo, canal, carne y grasa) en los rumiantes. INIA, Madrid. pp. 216-225.

ASENJO, B.; MIGUEL, J.; CIRIA, J.; CALVO J. 2005. Factores que influyen en la calidad de la canal. 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, Madrid. pp. 24-46.

ÁVILEZ J. 2006. Incidencia de la alimentación en el engrasamiento de la canal. [en línea] 2 de mayo de 2017. Disponible en https://www.uco.es/zootecniaygestion/img/datos/06_18_52_trabajo_de_carne.pdf.

BALDI, F.; MIERES, J.; BANCHERO, G. 2008. Suplementación en internada intensiva: la suplementación sigue siendo una alternativa económicamente viable. Jornada de producción animal. Montevideo: INIA. pp. 39-52. (Actividades de difusión; 532).

BARRIADA M. 1995. Calidad de la carne: parámetros de referencia y factores que la condicionan. Instituto de experimentación y promoción agraria. Serie Monográfica 4. 29 p.

BERETTA, V.; SIMEONE, A.; ELIZALDE, J.C.; BALDI, F. 2006. Performance of growing cattle grazing moderate quality legume-grass temperate pastures when offered varying forage allowance with or without grain supplementation. Australian Journal of Experimental Agriculture. 46: 793-797.

BERG, R.T.; BUTTERFIELD, R.M. 1979. Nuevos conceptos sobre desarrollo de ganado vacuno. Zaragoza, España. 297 p.

BOCCO, O.; BAVERA, G.; BEGUET, H.; PETRYNA, A. 2005. Crecimiento, desarrollo

y precocidad. [en línea] 11 de marzo de 2017. Disponible en http://www.produccion-bovina.com/informacion_tecnica/externo/05-crecimiento_y_precocidad.htm.

BOLEMAN, S.J.; MILLAR, R.K; BUYCK, M.J.; CROSS, H.R.; SAVELL, J.W. 1996. Influence of realimentation of mature cows on maturity, color, collagen solubility, and sensory characteristics. Journal of Animal Science. 74(9): 2187-2194.

BOLTE, R. 2000. Palatability and color of red meat from forage and concentrate fed livestock. [en línea] Consultado 10 jul. 2017. Disponible en http://uwadmnweb.uwyo.edu/rinewablresources/range/powell/palatability_of_meat.

BRITO, G. 2002. Factores que afectan el rendimiento y calidad de las canales. En: Montossi, F. (Ed). Investigación aplicada a la cadena agroindustrial cárnica; avances obtenidos. Carne ovina de calidad 1998-2001. Tacuarembó, INIA. pp. 47-53. (Serie Técnica 126).

BRITO, G.; DE MATTOS, D.; MONTOSSI, F. 2002. Situación y perspectivas de la investigación en calidad de carnes en el Uruguay; el enfoque de INIA. En: Congreso Latinoamericano de Buiatría (10, 2002, Paysandú). Paysandú, Uruguay. pp. 182-187.

BRITO, G.; LUZARDO, S.; MONTOSSI, F.; SAN JULIÁN, R.; CUADRO, R.; RISSO, D. 2014. Engorde de novillos hereford mediante diferentes asignaciones de forraje y niveles de suplementación: su efecto en la calidad de la canal y la carne. En: Berreta, E.; Montossi, F.; Brito, G. (Eds.). Alternativas tecnológicas para los sistemas ganaderos del Basalto. INIA. pp. 155-167. (Serie técnica 217).

BRITO, G.; PRINGLE, D. 2001. Conceptos generales de ultrasonografía. En: Utilización de ultrasonografía para la predicción de la composición y calidad de la canal. Montevideo, INIA. pp. 1-48. (Serie Actividades de Difusión 261).

BROWN, W.F.; JOHNSON, D.D. 1991. Effects of energy and protein supplementation of ammoniated tropical grass hay on the growth and carcass characteristics of cull cows. *Journal of Animal Science*. 69(1): 348–357.

CABRERA, M.C; SAADOUN, A. 2014. An overview of the nutritional value of beef and lamb meat from south america. *Journal Meat Science*. 98(3): 435–444.

CALVO, M. 2006. Ácidos grasos. *Bioquímica de los alimentos*. [en línea] 12 nov. 2016. Disponible en <http://milksci.unizar.es/bioquimica/temas/lipidos/acidosgrasos.html>.

CIBILS, R.; VAZ MARTINS, D.; RISSO, D. 1997. ¿Que es suplementar? En: Jornada técnica sobre suplementación estratégica para engorde de ganado (1996, La Estanzuela, Colonia). Montevideo, INIA. pp. 7-10. (Actividades de Difusión 96).

COPPO, J.; MUSSART, N.; REVIDATTI, M.; CAPELLARI, A.; NAVAMUEL, J.; 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.

CORREA, D.; BRITO, G. 2017. Fase II: Trabajo en plantas frigoríficas. En: Brito, Correa, D.; San Julián, R. (Eds). Tercera auditoria de calidad de carne vacuna del Uruguay. Montevideo, INIA. pp. 3-34. (Serie Técnica 229).

COZZOLINO D. 2000. Características de los suplementos utilizados en el Uruguay para su empleo en alimentación animal. La Estanzuela, INIA. 16 p. (Serie Técnica 110).

DAS GRAÇAS, R.; APARECIDA, J.; BARROS, F.; YURIKA, I.; NUNES, I.; VERGYLIO, J.; DE SOUZA, N.; MATSUSHITA, M. 2006. Fatty acid profile, and chemical composition on of longissimus muscle of bovine steers and bulls finished in pasture system. *Meat Science*. 74(2): 242-248.

DE BLAS C. 2004. Cambios en el perfil de ácidos grasos en productos animales en relación con la alimentación animal y humana. Importancia del ácido linoleico Conjugado. 1. Rumiantes. En: curso de especialización fedna. [en línea] 11 de junio de 2016. Disponible en http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/carne_y_subproductos/58-cambios_perfil_acidos_grasos.htm#_top.

DE LA FUENTE J, ÁLVAREZ I, DÍAZ M, PÉREZ C, CAÑEQUE V. 2005. Determinación de los pigmentos de la carne por espectrofotometría en: Cañeque, V.; Sañudo, C. (Eds.). Estandarización de las metodologías para evaluar la calidad del producto (animal vivo, canal, carne y grasa) en los rumiantes. Madrid, INIA. pp. 226-236. (Serie Ganadera 3).

DE LA TORRE A, GRUFFAT D, DURAND D, MICOL D, PEYRON A, SCISLOWSKI V, BAUCHART D. 2006. Factors influencing proportion and composition of cla in beef. *Meat Science*. 73(2): 258-268.

DEPETRIS, J. 2000. Calidad de la carne vacuna. [en línea] 23 de agosto de 2016. Disponible en http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/carne_y_subproductos/12-calidad_de_la_carne_vacuna.htm.

DEPETRIS, J.; SANTINI, F. 2005. Sistemas de alimentación y su impacto sobre las características químicas y organolépticas de la carne en bovinos. [en línea] 23 de agosto de 2016. Disponible en http://www.inta.gov.ar/balcarce/noticias/expo_ganadera/articulos/depetris.htm.

DI MARCO, O. 1993. Crecimiento y respuesta animal. Buenos aires, aapa. 130 p.

DI MARCO, O. 2006. Crecimiento de vacunos para carne. Edición 1ª. INTA. Argentina. 204 p.

DÍAZ, T. 2001. Características de la canal y de la carne de corderos lechales manchegos. Correlaciones y ecuaciones de predicción. Tesis doctoral. Madrid, España. Facultad de Veterinaria. 295 p.

- DUCKETT, S.; REALINI, C.** 2002. Más razones para comer carne vacuna. En: Congreso De Producción Y Comercialización De Carne (2º, Montevideo, Uruguay). Montevideo. s.p.
- ELIZALDE, J.C.** 2003. Suplementación en condiciones de pastoreo. [en línea] 23 de agosto de 2016. Disponible en http://produccionbovina.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion/13-suplementacion_en_condiciones_de_pastoreo.htm.
- ESPEJO, M.; GARCÍA, S.; LÓPEZ, M.; IZQUIERDO, M.; ROBLES, A.; COSTELA, A.** 2000. Morfología de la canal bovina. En: Cañeque, V.; Sañudo C. (Eds.). Metodología para el estudio de la calidad de la canal y de la carne en rumiante. Madrid, INIA. pp. 65-80.
- FEED, O.; FRANCO, J.** 2004. Importancia de los factores productivos, tecnológicos y de manejo en la calidad de la canal y de la carne vacuna. En: Seminario Técnico Calidad de Carne Ovina y Vacuna (2004, Paysandú). Montevideo, Facultad De Agronomía. pp. 34-45.
- FERNÁNDEZ, E.; MIERES, J.** 2005. Algunos conceptos sobre el uso de suplementos en los sistemas invernaderos. En: Jornada Producción Animal Intensiva (2005, La Estanzuela, Colonia).. Montevideo, INIA. pp. 1-10. (Actividades de difusión 406).
- FERREIRA, J.** 2006. Desempenho e comportamento ingestivo de novilhos e vacas sob frequencias de alimentação em confinamento. Tesis MsC. Unversidade Federal De Santa Maria. 80 p.
- FLORES, J.; BENDERSKY, D.** 2010. Suplementacion sobre verdeos. [en línea] 3 de agosto de 2017. Disponible en www.produccion-animal.com.ar.
- FRANCO, J.; FEED, O.; GIMENO, D.; AGUILAR, I.; AVENDAÑO, S.** 2002. Como cambia el rendimiento carnicero con los cruzamientos. Calidad de la canal. En: Seminario De Actualización Técnica; Cruzamientos en bovinos para carnes (2002, Tacuarembó). Montevideo, INIA. pp. 31- 37. (Actividades de difusión 295).
- GALLI, I.; TEIRA, G.; PERLO, F.; BONATO, P.; TISOCCO, O.; MONJE, A.; VITTONI, S.** 2008. Animal performance and meat quality in cull cows with early weaned calves in argentina. Meat Science. 79(3): 521–528.
- GARCÍA TORRES, S.; ESPEJO, M.; LÓPEZ PARRA, M.; IZQUIERDO, M.; MENDIZÁBAL, J.; PURROY, A.** 2005. Conformación, engrasamiento y sistemas de clasificación de la canal bovina. En: Estandarización de las metodologías para evaluar la calidad del producto (animal vivo, canal, carne y grasa) en los rumiantes. Madrid, INIA. pp. 105-119. (Serie ganadera 3).
- GARÍN, D.; MACHADO, A.; JAUNSOLO, C.** 1993. Performance de novillos Holando bajo distintas presiones de pastoreo en campo natural con lotus corniculatus en cobertura. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 59 p.
- GARRIDO, M.; BAÑÓN, S.; ÁLVAREZ, D.** 2005. Medida del pH. En: Cañeque, V.; Sañudo, C. (Eds.). Estandarización de las metodologías para evaluar la calidad del producto (animal vivo, canal, carne y grasa) en los rumiantes. Madrid, INIA. 206-215. (Serie ganadera 3).
- GEENTY, K.; RATTRAY, P.** 1987. The energy requirements of grazing sheep and cattle. En: livestock feeding on pasture. Nicol, A. (Ed.). New Zealand Society of Animal Production. pp. 39-55.
- GIL, A.; HUERTAS, S.** 2001. Efectos de los diferentes sistemas de producción de bovinos sobre la composición y calidad de las carnes. Montevideo, INIA. pp. 15-46. (Serie FPTA 04).
- GRASSI, C.; MÜLLER, L.** 1991. Efeito do manejo de vacas de descarte no desempenho e nas características da carcaça. Pesquisa Agropecuaria Brasileira. 26(8): 1175–1181.

GROMPONE, M.; PAGANO, T.; GAYOSO, V.; TAROCO, L. 2002. Efecto del genotipo en el contenido y composición lipídica de la carne vacuna. En: Seminario de actualización técnica en cruzamientos en bovinos para carnes. (2002, Montevideo). Montevideo, Facultad de Agronomía. pp. 81-85.

JONES, S.D.M. 1983. Tissue growth in young and mature cull holstein cows fed a high energy diet. *Journal of Animal Science*. 56(1): 64-70.

KUSS, F.; RESTLE, J.; BRONDANI, I.; ÁLVES, D.; PEROTTONI, J.; MISSIO, R.; DO AMARAL, G. 2005. Características da carcaça de vacas de descarte de diferentes grupos genéticos terminadas em confinamento com distintos pesos. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 34(4): 1285-1296.

LAGOMARSINO, X.; BRITO, G. 2014. Efecto de la suplementación con subproductos industriales sobre campo natural. En: Berreta, E.; Montossi, F.; Brito, G. (Eds.) Alternativas tecnológicas para los sistemas ganaderos del Basalto. pp. 71-91. (Serie técnica 217).

LANGE, A. 1980. Suplementación de pasturas para producción de carnes. Comisión técnica intercrea de producción de carnes. Buenos Aires. 74 p.

LATIMORI, N.; KLOSTER, A. 1997. Suplementación sobre pasturas de calidad. [en línea] 23 de agosto de 2016. disponible en http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/invernada_o_ingorde_Pastoril_o_a_campo/37-suplementacion_sobre_pasturas_de_calidad.htm#_top#_top.

LAWRIE, R.A. 1998. Ciencia de la carne. 3ª ed. Zaragoza, Acribia. 367 p.

LUZARDO, S.; CUADRO, R.; MONTOSI, F.; BRITO, G. 2014. Intensificación de sistemas de engorde bovino en la región basáltica. En: Berreta, E.; Montossi, F.; Brito, G. (Eds.) Alternativas tecnológicas para los sistemas ganaderos del Basalto. pp. 127-154. (Serie técnica 217).

MAC LOUGHLIN, R.; KLOSTER, A. 2009. Tablas de requerimientos de nutrientes para recría y engorde bovino. [en línea] 23 de agosto de 2016. Disponible en <http://www.produccionbovina.com>.

MALTERRE, C.; ROBELIN, J.; AGABRIEL, J.; BORDES, P. 1989. Engraissement des vaches de réforme de race limousine. *INRA. Productions Animales*, 2(5): 325-334.

MANDELL, I.B.; CAMPBELL, C.P.; QUINTON, V.M.; WILTON, J.W. 2006. Effects of skeletal separation method and postmortem ageing on carcass traits and shear force in cull cow beef. *Canadian Journal of Animal Science*. 86(3): 351-361.

MATULIS, R.; MCKEITH, F.; FAULKNER, D.B.; BERGER, L.L.; GEORGE, P. 1987. Growth and carcass characteristics of cull cows after different times-on-fed. *Journal of Animal Science*. 65(3): 669-674.

MEJÍA, J.; MEJÍA, J. 2007. Nutrición proteica de bovinos productores de carne en pastoreo. *Acta Universitaria*. Guanajato, México. 17(2):45-54.

MIERES, J.; ASSANDRI, L.; CÚNEO, M. 2004. Tablas de valor nutritivo de alimentos. En: Mieres, J. (Ed.) Guía para alimentación en rumiantes. Montevideo, INIA. pp. 13-68. (Serie Técnica 142).

MILLER, M.; CROSS, H.; CROUSE, J.; JENKINS, T. 1987. Effect of feed energy intake on collagen characteristics and muscle quality of mature cows. *Meat Science*. 21(4): 287-294.

MOLINERO, C.; DÍAZ, M.; SÁNCHEZ, M.; MARTÍNEZ, B.; VIEIRA, C.; GARCÍA, M. 2005. Determinación de la proteólisis miofibrilar por electroforesis en el de poliacrilamida (sds-page). En: Cañeque, V.; Sañudo, C. (Eds.). Estandarización de las metodologías para evaluar la calidad del producto (animal vivo, canal, carne y grasa) en los rumiantes. Madrid, INIA. pp. 372-380. (Serie ganadera 3).

- MONTOSSI, F.; FIGURINA, G.; SANTAMARINA, I.; BERRETA, E.** 2000. Selectividad animal y valor nutritivo de la dieta de ovinos y vacunos en sistemas ganaderos: teoría y práctica, INIA Tacuarembó. Montevideo: INIA. 84 p. (Serie técnica 113).
- MONTOSSI, F.; SAÑUDO, C.** 2003. Evaluación y promoción de la calidad de la carne y otros productos agroalimentarios uruguayos en base a los estándares de calidad de la Unión Europea y en función de los distintos sistemas productivos del Uruguay. Montevideo, Hemisferio Sur. 56 p.
- MOURA, I.; KUSS, F.; MOLETTA, J.; PEROTTO, D.; STRACK, M.; DE MENEZES, L.** 2013. Terminação em confinamento de vacas de descarte recebendo dietas com diferentes teores de concentrado. *Semina Ciências Agrárias*. 34(1): 399–408.
- NOCI, F.; MONAHAN, F.J.; FRENCH, P.; MOLONEY, P.** 2005. The fatty acid composition of muscle fat and subcutaneous adipose tissue of pasture-fed beef heifers: influence of the duration of grazing. *Journal of Animal Science*. 83(5): 1167-1178.
- N. R. C.** (National research council). 1996. Nutrient requirements of beef cattle. Seventh revised edition, 1996. Washington, D. C.: National Academy Press.
- NUNEZ VAZ, F.; RESTLE, J.; RODRIGUES, A.; DE QUADROS, B.; PASCOAL, L.; BONNECARRERE SANCHEZ, L.; PEREIRA ROSA, J.; GLASEAPP, L.** 2002. Características da Carcaca e da Carne de Novilhos e de Vacas de Descarte Hereford, Terminados em Confinamento. *Revista Brasileira Zootecnia*. 31: 1501-1510.
- ORCASBERRO, R.** 1997. Suplementación y performance de ovinos y vacunos alimentados con forraje. En: Carámbula, M.; Vaz Martins, D.; Indarte, M. (Eds.). *Pasturas y producción animal en áreas de ganadería extensiva*. Montevideo, INIA. pp. 255-238. (Serie técnica 13).
- OUALI, A.; HERRERA-MENDEZ, C.; COULIS, G.; BECILA, S.; BOUDJELLAL, A.; AUBRY, L.; SENTANDREU, M.** 2006. Revisiting the conversion of muscle into meat and the underlying mechanisms. *Meat Science*.74(1): 44-58.
- PAGE, J.K.; WULF, D.M.; SCHWOTZER, T.R.** 2001. A survey of beef muscle color and pH. *Journal of Animal Science*. 79(3):678-687.
- PAVLU, V.; HEJCMAL, M.; PAVLU, L.** 2003. Effect of rotational and vegetation of an upland grassland in the Jizerske Horthy Mts. Czech Republic. *Folia Geobotánica*, 38:21-34.
- PERALTA, J.; FELTES, F.; BRANDA, L.** 2013. Ganancia de peso en vacas de descarte suplementadas con expeller de pulpa de coco (acrocomia totai mart) sobre pastura cultivada. *Compendio de Ciencias Veterinarias*. 3(1):11–14.
- PEROBELLI, Z.; RESTLE, J.; MÜLLER, L.** 1995. Estudo das carcaças de vacas de descarte das raças charoles e nelore. *Revista Brasileira de Pesquisa Agropecuária*. 30(3): 409–412.
- PERRACHÓN, J.; BECOÑA, G.; IRIGOYEN, A.** 2009. Pensando en verdeos y praderas. *Revista del Plan Agropecuario*. pp. 46-48.
- FIGURINA, G.** 1999. Engorde de vacas de refugio Tacuarembó (Uruguay). Tacuarembó, INIA. pp. 18-19. (Serie de Actividades de Difusión 198).
- FIGURINA, G.; SOARES DE LIMA, J.M.; BERRETA, E.; MONTOSSI, F.; PITTALUGA, O.; FERREIRA, G.; SILVA, J.A.** 1998. Características del engorde a campo natural. En: Berreta, E.J. (Ed.) *Seminario de actualización en tecnologías para Basalto*. INIA Tacuarembó. pp. 137-145. (Serie Técnica 102).

PITTALUGA, O.; BRITO, G.; SOARES DE LIMA, J.M.; DEL CAMPO, M.; ZAMIT, W.; DA CUNHA, K.; PIÑEIRO, J.; PIÑEIRO, A.; LAGOMARSINO, X.; OLIVERA, J.; TRINDADE, G.; ARRIETA, G.; MOREIRA, R. 2005. Efecto de diferentes dietas sobre el crecimiento animal, el rendimiento carnicero y la calidad de la carne. En: Día de campo: "producción animal, pasturas y forestal". Unidad Experimental "Glencoe". pp. 43 - 50. (Serie de actividades de difusión 431).

POPPI, D.; HUGHES, T.; L'HULLIER, P. 1987. Intake of pasture by grazing ruminants. En: nicol a. (ed.). Livestock feeding on pasture. Hamilton, New Zealand Society of Animal Production. pp. 55-63. (Occasional publication 10).

PRICE, M.; BERG, R. 1981. On the consequences and economics of feeding grain *ad libitum* to culled beef cows. Canadian Journal of Animal Science. 61(1): 105-111.

REALINI, C.; DUCKETT, S.; BRITO, G.; DALLA RIZZA, M.; DE MATTOS, D. 2004. Effect of pasture vs. Concentrate feeding with or without antioxidants on carcass characteristics, fatty acid composition, and quality of uruguyan beef. Meat Science. 66(3): 657-577.

RESTLE, J.; ROSO, C.; OLIVEIRA, A.; ALVES, D.; PASCOAL, L.; 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.; CELESTINO, D.; FILHO, A.; PASCOAL, L.; OLIVEIRA, A.; ARBOITTE, M. 2001a. Efeito da suplementação energética sobre a carcaça de vacas de diferentes idades, terminadas em pastagem cultivada de estação fria sob pastejo horário. Revista Brasileira de Zootecnia. 30(3): 1076-1083.

RESTLE, J.; VAZ, F.; ROSO, C.; OLIVEIRA, A.; CERDÓTES, L.; DE MENEZES, L. 2001b. 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.

RESTLE, J.; VAZ, F.; BERNARDES, R.; PASCOAL, L.; DE MENEZES, L.; PACHECO, P. 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.

RISSO, D. 1981. Influencia del manejo en el comportamiento animal y de la pastura. CIA-AB. 28:1-6.

RISSO, D.F.; AHUCHAIN, M.; CIBILS, R.; ZARZA, A. 1991. Suplementación en invernales del litoral. En: Restaino, E.; Indarte, E. (Eds.). Pasturas y producción animal en áreas de ganadería intensiva. Montevideo: INIA. 51-65. (Serie técnica 15).

RISSO, D.; ZARZA, A. 1981. Producción y utilización de pasturas para engorde. CIAAB. 28:7-27.

ROVIRA, J. 1996. Manejo nutritivo de los rodeos de cría en pastoreo. Montevideo, Hemisferio Sur. 3-58.

RUIZ DE HUIDOBRO, F.; CAÑEQUE, V.; ANEGA, E.; VELASCO, S. 2000. Morfología de la canal ovina. En: Cañeque, V.; Sañudo, C. (Eds.). Metodología para el estudio de la calidad de la canal y de la carne en rumiantes. Madrid, INIA. 81-102.

SAADOUN, A.; CABRERA, M.C. 2012. Calidad nutricional de la carne bovina producida en uruguay. 2013. Archivos Latinoamericanos de Producción Animal. 2(21):119-130.

- SANHUEZA, J.; NIETO, S.; VALENZUELA, A.** 2002. Ácido linoleico conjugado: un ácido graso con isomería trans potencialmente beneficioso. *Revista Chilena de Nutrición*: 29 (2): 98-115.
- SANTINI, F.; REARTE, D.; GRIGERA, J.M.** 2003. Algunos aspectos sobre la calidad de las carnes bovinas asociadas a los sistemas de producción. En: Jornada de actualización ganadera (1ª, 2001, Balcarce). Resúmenes, Balcarce, INTA. 29-37.
- SAÑUDO, C.; MACIE, E.; OLLETA, J.; VILLARROEL, M.; PANEA, B.; ALBERTÍ, P.** 2004. The effects of slaughter weight, breed type and ageing time on beef meat quality using two different texture devices. *Meat Science*. 66 (4): 925-932.
- SCHNELL, T.D.; BELK, K.E.; TATUM, J.D.; MILLER, R.K.; 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.
- SCOLLAN, N.; HOCQUETTE, J.; NUERNBERG, K.; DANNENBERGER, D.; RICHARDSON, I.; MOLONEY, A.** 2006. Innovations in beef production systems that enhance the nutritional and health value of beef lipids and their relationship with meat quality. *Meat Science*. 74(1):17-33.
- SIMEONE, A.; BERETTA, V.; ELIZALDE, J.C.; BALDI, F.; FRANCO, J.; DAMONTE, I.; IRAZABAL, G.; REINANTE, R.; SHAW, M.** 2005. Uso de verdeos invernales por vacunos: manejo de la intensidad de pastoreo y la suplementación. En: XIX reunión de la asociación latinoamericana de producción animal. Octubre 2005, Tampico, México.
- SORIA, L.; CORVA, P.** 2004. Factores genéticos y ambientales que determinan la ternura de la carne bovina. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*. 12 (2): 73-88.
- STELZLENI, A.; PATTEN, L.; JOHNSON, D.; CALKINS, C.; GWARTNEY, B.** 2007. Benchmarking carcass characteristics and muscles from commercially identified beef and dairy cull cow carcasses for Warner-Bratzler shear force and sensory attributes. *Journal of Animal Science*. 85(10):2631-2638.
- STELZLENI, A.; JOHNSON, D.; THRIFT, T.** 2008. Effects of days on concentrate and postmortem aging on carcass and palatability characteristics of selected muscles from cull beef cows. *The Professional Animal Scientist*. 24: 334-341.
- 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.
- VAZ MARTINS, D.; FERNANDEZ, E.; LA MANNA, A.; MIERES, J.; BANCHERO, G.** 2005. Efecto del nivel de oferta de forraje y de la suplementación con grano y heno en la performance de novillos que pastoreaban una mezcla de leguminosas y gramíneas durante el otoño. En: Jornada Producción Animal Intensiva. Colonia, INIA. 17 p. (Serie de Actividades de Difusión 406).
- WEBER, M.; DIKEMAN, M.; UNRUH, J.; JAEGER, J.; MURRAY, L.; HOUSER, T.; JOHNSON, B.** 2012. Effects of sequential feeding of β -adrenergic agonists on cull cow performance, carcass characteristics, and mRNA relative abundance. *Journal of Animal Science*. 90(5): 1628-1637.
- WHYTHES, J.; SHORTHORSE, W.** 1991. Chronological age and dentition effects on carcass and meat quality of cattle in northern Australia. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 31(2): 139-283.
- WOOD, J.; RICHARDSON, R.; NUTE, G.; FISHER, A.; CAMPO, M.; KASAPIDOU, E.; SHEARD, P.; ENSER, M.** 2004. Effects of fatty acids on meat quality: A Review. *Meat Science*. 66(1): 21-32.

- WULF, D.; O'CONNOR, S.; TATUM, J.; SMITH, G.** 1997. Using objective measures of muscle color to predict beef longissimus tenderness. *Journal of Animal Science*. 75(3): 684-692.
- ZARZA, R.; LA MANNA, A.** 2012. Para ir viendo con tiempo: verdeos de invierno, manejo para mejorar el aporte de forraje. *Revista INIA Uruguay*. 31: 30-32.
- ZEA, J.** 2005. Alimentación y calidad de la carne en terneros; influencia del Sistema productivo. En: *Curso: Alimentación y calidad de la carne en terneros*. Madrid. pp. 83-109.
- ZEA, J.; DÍAZ, M.; 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.

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	Avena bizantina 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.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS EXPERIMENTALES

Lagomarsino, Ximena *
Montossi, Fabio **

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES EN UNIDAD EXPERIMENTAL “GLENCOE”

En el Cuadro 1 se presentan los promedios de las características evaluadas en las pasturas durante el estudio para cada tratamiento (T) en el forraje ofrecido y remanente en los años 2013 y 2014.

1.1. Resultados en las pasturas y el suplemento

Cuadro 1. Características del forraje ofrecido y remanente durante los años 2013 y 2014.

	Año 2013				
	NOF2	NOF4	NOF2 + AA0,8	NOF2 + AA1,6	P valor
Forraje ofrecido (kgMS/ha)	1604,2	1625,0	1549,1	1653,1	ns
Forraje remanente (kgMS/ha)	821 b	1009,7 a	964,2 ab	924,3 ab	*
Altura ofrecida (cm)	19,8	20,1	19,2	19,0	ns
Altura remanente (cm)	6,2c	8,1 a	6,9 b	6,7 b	**
MS ofrecida (%)	22,6	21,5	19,9	21,5	ns
MS remanente (%)	31,2	28,1	30,8	30,7	ns
Utilización (%)	51,0	40,6	42,5	43,7	ns
	Año 2014				
	NOF2	NOF4	NOF2 + AA0,6	NOF2 + AA1,2	P
Forraje ofrecida (kgMS/ha)	1420,8	1593,8	1493,8	1353,3	ns
Forraje remanente (kgMS/ha)	455,6 b	733,5 a	696,1 a	508,0 ab	*
Altura ofrecida (cm)	14,7	14,9	14,6	15,7	ns
Altura remanente (cm)	5,8	6,4	6,3	5,4	ns
MS ofrecida (%)	22,6	25,3	22,5	21,7	ns
MS remanente (%)	35,7	33,9	36,1	28,3	ns
Utilización (%)	64,8	55,6	52,9	61,4	ns

Nota: NOF: nivel de oferta de forraje. AA: afrechillo de arroz. 2, 4, 0,6, 0,8, 1,2, 1,6% PV. MS: materia seca.

En ambos años, para el forraje ofrecido no se presentaron diferencias entre tratamientos (T) para la disponibilidad y altura del forraje, siendo el valor promedio durante el año 2013 de 1607,9 kgMS/ha con 19,6 cm de altura y en el año 2014 de 1515,4 kgMS/ha con 15,0 cm de altura. En cuanto al forraje remanente, se encontraron efectos del tratamiento (T) en la disponibilidad de forraje (P<0,05)

en ambos años y en la altura (P<0,01) en el año 2013. El porcentaje de materia seca del forraje ofrecido y remanente no presentó diferencias entre T en ninguno de los años de estudio.

El tratamiento con mayor NOF o baja carga (NOF 4) presentó la mayor cantidad de forraje remanente con mayor altura, mientras que

el de menor NOF o alta carga (NOF 2) sin agregado de suplemento se observó la menor cantidad de forraje con menor altura (en el año 2013), comportándose de manera similar los otros T con agregado de suplemento. Tanto las variaciones en los NOF y el agregado de suplemento determinaron diferencias en la disponibilidad de forraje remanente y/o altura de la pastura. Sin embargo, el mayor efecto se observó en la cantidad de forraje ofrecida (NOF) a los animales, presentando la suplementación un efecto menor.

A diferencia de lo observado en la disponibilidad y altura remanente del forraje que están indicando un efecto de sustitución de la pastura por el suplemento, en la utilización del forraje (%) no se encontraron diferencias

significativas entre T. Esto puede deberse a altas variaciones que se dieron en este parámetro para detectar diferencias significativas entre tratamientos. Adicionalmente, en los T con agregado de suplemento, la cantidad de forraje ofrecido puede no haber sido lo suficientemente restrictivo de manera de lograr una mayor respuesta al uso del suplemento con un mayor efecto aditivo o de adición/sustitución (Lange, 1980). De cualquier manera, se observó (tendencia) un mayor nivel de utilización de forraje en el T NOF2 (mayor carga animal).

En el Cuadro 2, se presenta la proporción de restos secos y material verde (MV) y la composición botánica del forraje ofrecido y remanente en base a la MV, para cada año de estudio.

Cuadro 2. Composición botánica del forraje ofrecido y remanente en cada año de estudio.

Año 2013					
	NOF 2	NOF 4	NOF 2 + AA0,8	NOF2 + AA1,6	P valor
Ofrecido					
Restos secos	17,0	17,1	16,1	15,3	ns
Material verde (MV)	83,0	82,9	83,9	84,7	ns
*Raigrás hoja	13,3	9,3	11,4	20,3	ns
*Avena hoja	67,0	73,4	74,2	65,2	ns
*Avena tallo	19,0	16,7	13,8	14,5	ns
*Leguminosas	0,7	0,7	0,5	1,8	ns
Remanente					
Restos secos	34,8	45,9	33,6	43,8	ns
Material verde (MV)	65,2	54,1	66,4	56,2	ns
*Avena hoja	75,5 ab	79,1 ab	84,6 a	65,8 b	*
*Avena tallo	24,5 ab	20,9 ab	15,4 b	34,2 a	*
Año 2014					
	NOF 2	NOF 4	NOF 2 + AA0,6	NOF2 + AA1,2	P
Ofrecido					
Restos secos	23,8	12,4	17,0	17,7	ns
Material verde (MV)	76,2	87,6	83,0	82,3	ns
*Avena hoja	66,5	65,1	64,6	71,8	ns
*Avena tallo	30,7	32,5	31,3	26,4	ns
*Inflorescencia	0,5	1,1	2,4	0,6	ns
*Malezas	2,3	1,4	1,6	1,2	ns
Remanente					
Restos secos	28,1	19,7	35,6	26,4	ns
Material verde (MV)	71,9	80,3	64,4	73,6	ns
*Avena hoja	74,8	71,8	67,8	73,5	ns
*Avena tallo	24,1	25,1	25,0	24,5	ns
*Malezas	1,1	3,1	6,4	2,1	ns

Nota: NOF: nivel de oferta de forraje. AA: afrechillo de arroz. 2, 4, 0,6, 0,8, 1,2, 1,6% PV. a y b: letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes. * P < 0,05. ns: no significativo. * Valores calculados sobre la base de la Materia Verde (MV) ofrecida o remanente.

En la composición botánica del forraje, se observó que la proporción de restos secos (RS) y material verde (MV) del forraje ofrecido y remanente no presentaron diferencias significativas para ninguno de los T y años evaluados. En el año 2013, la proporción promedio de RS y MV del forraje ofrecido fue de 16,4% y 83,6% y en el remanente de 39,5% y 60,5%, respectivamente. En el año 2014, la proporción promedio de RS fue de 17,7% y 27,5% y la de MV de 82,3% y 72,6%, para el forraje ofrecido y remanente respectivamente. Estos resultados demuestran la selección realizada por parte de las vacas, en donde la proporción de RS aumenta y la de MV disminuye (Montossi *et al.*, 2000), al pasar del forraje ofrecido al remanente.

En el año 2013, no se encontraron diferencias significativas entre T en los componentes del forraje ofrecido, estando compuesta la pastura principalmente por hoja de avena. En el forraje remanente, se observó la desaparición de raigrás y leguminosas encontrada en el forraje ofrecido, estando compuesto el remanente únicamente por el componente avena (hoja + tallo). En esta fracción, se observaron diferencias ($P < 0,05$) tanto en las hojas como en los tallos, siendo superior la proporción de hojas en el T con menor

contenido de suplemento (AA0,8) e inferior para el de mayor contenido de suplemento (AA1,6), comportándose los restantes T de forma similar entre sí. El contenido de tallos presentó la misma respuesta que las hojas pero en forma inversa. Durante el año 2014, no se encontraron diferencias entre T en los componentes del forraje ofrecido y remanente, dominado principalmente por la fracción hoja de avena.

En el Cuadro 3 se presenta el promedio de cada parámetro del valor nutricional evaluado para el forraje ofrecido y remanente para los años 2013 y 2014 y en el Anexo 2 el valor promedio según tratamiento en cada año de estudio.

Los parámetros evaluados referentes al valor nutritivo del forraje (PC, FDA, FDN y C) ofrecido no presentaron diferencias significativas entre T, en ninguno de los años evaluados. En el forraje remanente, el único componente afectado ($P < 0,05$) fue la FDA durante 2014, con mayor proporción del mismo en los sistemas exclusivamente pastoriles (33,1 y 31,4%, para NOF2 y NOF4, respectivamente) y el de baja asignación de suplemento (35,7%), en comparación con el sistema con mayor agregado de afrechillo de arroz (28,8%).

Cuadro 3. Valor nutritivo promedio del forraje ofrecido y remanente en cada año de estudio.

	Año 2013		Año 2014	
	Ofrecido	Remanente	Ofrecido	Remanente
PC	12,8	11,6	15,8	13,5
FDA	25,0	32,6	25,7	32,2
FDN	45,1	57,6	46,9	57,5
C	10,8	13,7	11,0	14,7

Nota: PC: proteína cruda. FDA: fibra detergente ácida. FDN: fibra detergente neutra. C: cenizas.

Los resultados de PC ofrecida, principalmente en el año 2013, son menores a los reportados por diversos estudios nacionales y regionales, en los cuales se reporta un valor promedio de 20,0% (Elizalde y Santini, 1992; Viñoles *et al.*, 2014). Según los datos publicados por Mieres *et al.* (2004), los resultados de PC promedio (15,7 % promedio) coinciden con los obtenidos durante

el año 2014. En cuanto a los promedios de FDA, FDN y C publicados por estos últimos autores (32,9, 50,3 y 12,1%, respectivamente), son superiores a los obtenidos para ambos años del presente estudio. La misma tendencia se observó para el caso de la información reportada por estos autores para el forraje remanente (14,2% PC, 37,2% FDA, 59,0% FDN y 17,0% C). En relación a

las diferencias observadas entre los resultados obtenidos en el valor nutricional entre la pastura ofrecida y la pastura remanente (disminución de la PC y aumento de la FDA, FDN y C), serían producto del proceso de selección realizado por parte de los animales, los cuales cosechan los componentes de la pastura (principalmente hojas verdes) de mayor valor nutricional y de más fácil acceso en los estratos altos del perfil de la pastura ofrecida (Montossi *et al.*, 2000). La información obtenida de diferencias en los componentes entre el forraje ofrecido versus el remanente, confirman la influencia del proceso de selección mencionado donde la mayor desaparición ocurrió a nivel del material verde, y dentro de este; el componente raigrás, y la hoja de avena.

El valor nutritivo del suplemento fue similar entre años, siendo el promedio de ambos de: 68,3% de digestibilidad, 21,9% PC, 13,5% FDA, 34,3% FDN y 16,9% C. En comparación con los resultados de otros estudios llevados a cabo con este suplemento (Luzardo *et al.*, 2014), el valor nutricional del presente estudio fue superior, principalmente el valor de PC.

1.2. Resultados en los animales

1.2.1. Conducta animal

En el Cuadro 4 se presentan los resultados de conducta animal en pastoreo, teniendo en cuenta el tiempo dedicado a cada actividad (como % del total de horas luz) y la tasa de bocado (bocados/minuto) según sistema de alimentación para los años 2013 y 2014.

Cuadro 4. Actividades de conducta animal y tasa de bocado según tratamiento en el año 2013 y 2014.

Actividades	Año 2013				
	NOF2	NOF4	NOF2 + AA0,8	NOF2 + AA1,6	P valor
Pastoreo (%)	62,8 Ab	71,6 a	54,9 bc	43,3 c	**
Rumia (%)	10,5 Ab	14,4 a	7,0 b	4,0 b	*
Caminar (%)	5,1	3,7	3,5	3,0	ns
Descanso (%)	20,0 a	7,7 b	22,1 a	28,8 a	**
Suplemento (%)	-	-	8,6 b	12,3	**
Sal (%)	0,2	0	1,2	0,2	ns
Agua (%)	1,4	2,6	2,8	3,5	ns
TB (bocados/minutos)	64,1 a	59,0 ab	46,3 ab	40,4 b	**
	Año 2014				
	NOF2	NOF4	NOF2 + AA0,6	NOF2 + AA1,2	P valor
Pastoreo (%)	44,7 ab	50,9 a	45,0 ab	38,1 b	**
Rumia (%)	14,0	13,5	12,6	10,1	ns
Caminar (%)	4,3	2,8	3,4	3,3	ns
Descanso (%)	36,1 a	30,2 ab	26,0 b	30,1 ab	**
Suplemento (%)	-	-	10,8 b	15,8 a	**
Agua (%)	0,9	2,6	2,2	2,6	ns
TB (bocados/minutos)	37,2	40,1	41,5	42,2	ns

Nota: NOF: nivel de oferta de forraje. AA: afrechillo de arroz. 2, 4, 0,6, 0,8, 1,2, 1,6% PV. TB: tasa de bocado. a y b: letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes. * P < 0,05. ** P < 0,01. ns: no significativo.

En ambos años de estudio, los animales con dietas exclusivamente pastoriles dedicaron un mayor tiempo a la actividad de pastoreo ($P < 0,01$) que aquellos que recibieron algún nivel de suplementación, estando dichas diferencias más marcadas en el año 2013. Debido a que las actividades comportamentales estudiadas fueron determinadas en las horas luz del día, las horas dedicadas a esta actividad durante el 2013 fueron de 7, 8, 6 y 5 horas aproximadamente para los tratamientos NOF2, NOF4, NOF2+AA0,8 y NOF2+AA1,6, respectivamente. En el año 2014, las horas de pastoreo fueron de 5 horas para los tratamientos NOF2, NOF4 y NOF2+AA0,6 y de 4 horas para NOF2+AA1,2. Teniendo en cuenta que la actividad de pastoreo implica mayores costos energéticos que debe cubrir el animal (Nicol y Brookes, 2007), el mayor tiempo dedicado al mismo generaría desempeños productivos más bajos, favoreciendo así la productividad de los sistemas pastoriles que integran la suplementación.

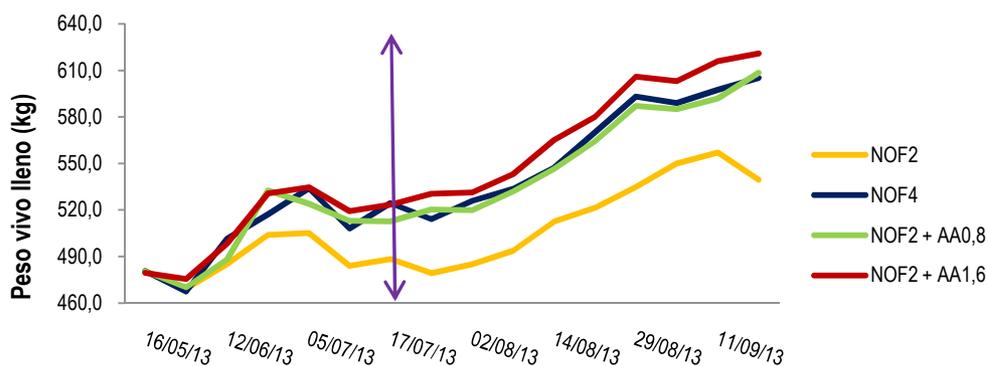
El tiempo dedicado a la actividad de rumia presentó diferencias muy significativas ($P < 0,01$) únicamente en el año 2013, siendo mayor en NOF4, seguido por NOF2 y por último los T suplementados. La actividad de descanso, fue significativamente diferente entre T ($P < 0,01$) y se comportó en forma inversa a la actividad de pastoreo. En el año 2013, se observó el menor tiempo dedicado al descanso en el T NOF4, siendo los restan-

tes T menores e iguales entre sí. Durante el año 2014, los animales del T NOF2+AA0,6 fue el que dedicó menor tiempo al descanso, seguido por los restantes T. En el consumo de suplemento, como era de esperar, en ambos años, el T de mayor nivel de oferta de suplemento (1,2 o 1,6 %PV) dedicó mayor tiempo ($P < 0,01$) al consumo de suplemento que el de menor nivel (0,6 o 0,8 %PV). En las otras actividades (ej. caminata, consumo de sal y consumo de agua), fueron menores en proporción y no se observaron diferencias en ninguno de los años de estudio.

La tasa de bocado en el año 2013 se vio afectada por la dieta suministrada ($P < 0,01$), siendo mayor en los T pastoriles (principalmente en los de alta carga), seguido por los suplementados, correspondiendo estos resultados al mayor tiempo dedicado a la actividad de pastoreo de los primeros. En general, el tiempo de pastoreo y el número de bocados aumenta al disminuir la disponibilidad y altura del forraje, disminuyendo el consumo por hora (Galli *et al.*, 1996).

1.2.2. Evolución y ganancia de peso vivo

En las Figuras 1 y 2 se muestra la evolución de PV para el año 2013 y el año 2014, respectivamente y en el Cuadro 5 se presentan los principales resultados obtenidos en respuesta animal para ambos años.

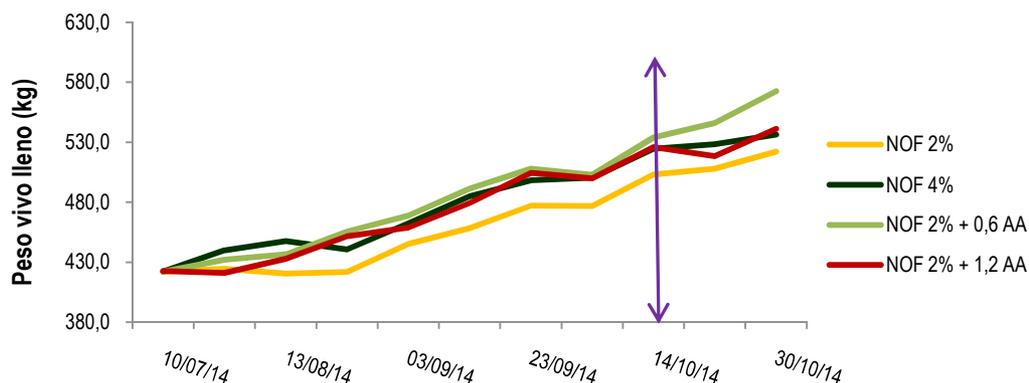


Nota: NOF: nivel de oferta de forraje; AA: afrechillo de arroz; 2, 4, 0,8, 1,6% PV.

Figura 1. Evolución del peso vivo durante el año 2013.

En el año 2013, el peso inicial de las vacas fue de 480,2 kg. A partir el segundo mes de estudio (julio) los pesos promedio mostraron diferencias (indicado por la fecha) entre los T evaluados hasta el final del mismo, en

donde el T con menor oferta de forraje y sin suministro de suplemento (NOF2) comenzó a ser significativamente inferior ($P < 0,05$) al resto de los T, sin existir diferencias significativas entre éstos.



Nota: NOF: nivel de oferta de forraje; AA: afrechillo de arroz; 2, 4, 0,6, 1,2% PV.

Figura 2. Evolución del peso vivo durante el año 2014.

En el año 2014, el peso inicial de las vacas fue de 422,3 kg. Durante esta experiencia, las estrategias de alimentación generaron diferencias ($P < 0,05$) en los pesos promedio de las vacas de cada T al final del periodo de engorde (principios de octubre, indicado por la fecha), siendo el T con mayor peso el del menor nivel de suplementación (NOF2+AA0,6), en comparación a los restantes T que se comportaron de manera similar.

asignaciones de forraje ofrecido a los bovinos aumentan las ganancias de peso vivo y con Fernández y Mieres (2005) que consideran que el agregado de suplemento en la dieta permiten aumentar las ganancias de peso vivo y/o la carga del sistema productivo, particularmente cuando el NOF es restrictivo para el logro de altas ganancias individuales (ej. NOF2). A su vez, adicionalmente, el menor gasto energético por efectos del pastoreo en los animales suplementados genera mayores GMD (Di Marco, 2006).

Como fue mencionado anteriormente, el PV final presentó diferencias entre T, teniendo un comportamiento similar entre años (Cuadro 5). Estos resultados en PV estuvieron asociados a las diferentes ganancias medias diarias (GMD) obtenidas en cada T como consecuencia de las variaciones en los niveles de energía de la dieta que llevaron a diferentes pesos de faena en un mismo periodo de engorde. Durante el año 2013, el T NOF4 y los T suplementados fueron los de mayor GMD, en comparación al T NOF2. En el año 2014, las mayores GMD se dieron en el NOF2+AA0,6 y las menores en NOF2, encontrándose en una posición intermedia los restantes T. Estos resultados concuerdan con Risso (1981), Poppi *et al.* (1987), Pearson e Ison, citados por Carámbula (1996), Montossi *et al.* (2000) y Luzardo *et al.* (2008) para novillos que establecen que a mayores

La información obtenida en las pasturas (disponibilidad, % de utilización, composición botánica, valor nutricional, potencial selectividad ejercida) -comparando el forraje ofrecido y remanente- y la conducta animal, apoya la hipótesis que el nivel de consumo y por ende la productividad animal del tratamiento NOF2 fue inferior al resto de los T. En cambio, en un nivel de restricción de forraje (NOF2), la incorporación de la suplementación logra aumentar el consumo y nivel nutricional de la dieta, logrando inclusive alcanzar valores de GMD similares al nivel de oferta alta solo a pastoreo (NOF4). A un mismo nivel de NOF2, no se observan cambios sustanciales en los parámetros de las pasturas que impliquen una mejora de la GMD por aumentar el nivel de oferta de suplemento.

Cuadro 5. Desempeño productivo en vacas de descarte según tratamiento durante el año 2013 y el año 2014.

	Año 2013				P valor
	NOF2	NOF4	NOF2 + AA0,8	NOF2 + AA1,6	
PVLI inicial (kg)	480,2	480,6	480,5	479,5	ns
PVLI final (kg)	539,3 b	605,2 a	608,4 a	620,8 a	*
PVv inicial (kg)	451,4	451,8	451,7	450,7	ns
PVv final (kg)	519,4 b	575,6 a	583,1 a	598,4 a	*
GMD PVLI (kg/a/d)	0,46 b	0,96 a	0,98 a	1,09 a	**
GMD PVv (kg/a/d)	0,52 b	0,95 a	1,01 a	1,14 a	**
	Año 2014				P valor
	NOF2	NOF4	NOF2 + AA0,6	NOF2 + AA1,2	
PVLI inicial (kg)	422,1	422,3	422,2	422,7	ns
PVLI final (kg)	522,2 b	536,4 ab	572,6 a	540,9 ab	*
PVv inicial (kg)	409,1	410,3	409,1	408,8	ns
PVv final (kg)	501,4 b	518,0 ab	553,5 a	520,1 ab	*
GMD PVLI (kg/a/d)	0,89 c	1,02 bc	1,34 a	1,07 b	**
GMD PVv (kg/a/d)	0,82 c	0,91 b	1,29 a	1,01 b	**

Nota: NOF: nivel de oferta de forraje. AA: afrechillo de arroz. 2, 4, 0,8, 0,6, 1,2, 1,6%. PV. PVLI: peso vivo lleno. PVv: peso vivo vacío. GMD: ganancia de peso vivo lleno. a, b y c: medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes. *: P<0,05. **: P<0,01. ns = no significativo.

Restle *et al.* (2000 y 2001) obtuvieron ganancias entre 0,920 y 1,510 kg/a/d en vacas de descarte sobre verdeos invernales con suplementación energética, resultados similares a los obtenidos en el presente trabajo experimental en vacas de descarte a altas asignaciones de forraje o que son suplementadas. Por su parte, estudios llevados a cabo por Coppo *et al.* (2003) y Coppo y Mussart (2006), utilizando vacas de descarte pastoreando campo natural, encontraron ganancias de peso superiores en vacas alimentadas con suplemento energético en comparación con las vacas alimentadas puramente en base pastoril a campo natural. Las ganancias obtenidas sobre campo natural fueron menores a las del presente estudio (sobre un cultivo anual invernal de alta productividad y valor nutricional), encontrándose éstas en valores en el rango de 0,098 y 0,304 kg/a/d en vacas a pastoreo y entre 0,352 y 0,492 kg/a/d en vacas suplementadas. A su vez, Peralta *et*

al. (2013) obtuvieron GMD similares al trabajar con vacas cebuinas entre 8 y 10 años de edad pastoreando praderas permanentes (0,467 kg/a/d) y vacas en pastoreo con suplementación energética (0,673 kg/a/d).

1.2.3. Producción de peso vivo por unidad de superficie y eficiencia de conversión.

La producción de peso vivo fue calculada teniendo en cuenta la ganancia de peso vivo en el periodo de estudio y el área total ocupada por cada T, mientras que la estimación de la EC fue calculada a partir del consumo de suplemento y la diferencia de ganancia de peso vivo obtenida entre los T suplementados y el T NOF2. En el Cuadro 6 se presenta la producción de peso vivo por unidad de superficie (kg/ha) y la eficiencia de conversión (EC, kg consumido/kg de peso vivo) para cada T en los años de estudio.

Cuadro 6. Producción de peso vivo por unidad de superficie y eficiencia de conversión.

	Año 2013				P valor
	NOF2	NOF4	NOF2 + AA0,8	NOF2 + AA1,6	
Superficie ocupada (ha)	7,4	12,1	7,9	7,4	
UG380/ha	1,9	1,1	1,9	2,0	
Vacas/ha	1,4	0,8	1,3	1,4	
Consumo de afrechillo por día (kg/vaca/día)	-	-	4,2	8,6	
Producción PV/ha (kg/ha)	80,2 b	103,3 b	162,4 a	191,1 a	**
EC (kg suplemento/kg ganados)	--	--	9,0 b	13,9 b	**
	Año 2014				
	NOF2	NOF4	NOF2 + AA0,6	NOF2 + AA1,2	
Superficie ocupada (ha)	6,3	10,7	7,2	6,9	
UG380/ha	2,0	1,1	1,8	1,9	
Vacas/ha	1,6	0,9	1,4	1,5	
Consumo de afrechillo por día (kg/vaca/día)			3,0	5,8	
Producción PV/ha (kg/ha)	158,9 b	106,6 c	208,9 a	156,5 b	**
EC (kg suplemento/kg ganados)	-	-	6,7 b	32,5 a	**

Nota: NOF: nivel de oferta de forraje. AA: afrechillo de arroz. 2, 4, 0,6, 0,8, 1,2, 1,6% PV. PV: peso vivo. UG: unidades ganaderas. UG380/ha: Unidad Ganadera de 380 kgPV/ha. EC: eficiencia de conversión. a, b y c: letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes. * P <0,05. ** P<0,01. ns: no significativo.

En ambos años, la superficie ocupada por los tratamientos fue similar entre los T a los que se les suministró un NOF de 2% PV, siendo superior para el T NOF4, esto determinó una menor carga animal medida como UG o vacas/ha en el T NOF4. El consumo de afrechillo por día fue superior en los T con mayor agregado del mismo. En ningún caso se registraron rechazos de suplemento durante el periodo de engorde para ninguno de los T en los años evaluados.

En el año 2013, el aumento del NOF de 2 al 4% PV incrementó la producción de peso vivo por unidad de superficie (kgPV/ha) en un 28%. A su vez, el agregado de suplemento en la dieta con asignaciones de forraje de 2% PV presentó mayores incrementos en productividad, siendo de 103 y 138%, para niveles de 0,8 y 1,6% PV de afrechillo de arroz, respectivamente. Durante el segundo año de estudio, en los sistemas exclusivamente pastoriles debido a las buenas ganancias de peso obtenidas

en el T NOF2, la eficiencia de producción por unidad de superficie fue mejor (33% superior) que en el T NOF4. En relación a los T suplementados, los kgPV/ha fueron 32% superiores en las asignaciones de suplemento de 0,8 y prácticamente igual en la asignación de 1,6% de afrechillo, con respecto al T NOF2.

En pasturas de alta calidad como lo son los verdeos invernales, los incrementos en los niveles de suplementación determinan incrementos en las EC (menos eficientes) (Elizalde, 2003), haciéndolas menos rentables. En ambos años de estudio, la EC mostró diferencias entre los T suplementados (P<0,01), encontrándose los mejores resultados en los niveles de suplementación de 0,6 u 0,8% PV para el año 2013 y 2014, respectivamente, en comparación a los mayores niveles utilizados en cada año (1,2 o 1,6 %PV). Por su parte, teniendo en cuenta la categoría utilizada (vacas adultas) las EC obtenidas a estos niveles de asignación de afrechillo muestran

resultados muy aceptables, siendo similares a los obtenidos por diversos autores en novillos jóvenes (Risso *et al.*, 1991; Beretta *et al.*, 2006; Luzardo *et al.*, 2014).

1.3. Resultados en la canal

La calidad de la canal está estrechamente relacionada con la calidad del animal *in vivo*. Su evaluación tiene un objetivo económico, siguiendo aquellas características que tienen mayor efecto sobre el valor de la misma (Robaina, 2002).

1.3.1. Características de la canal *in vivo*

El uso de la ultrasonografía tiene como propósito la estimación objetiva de las características de la canal en el animal *in vivo*. En el Cuadro 7, se presentan los valores obtenidos del área de ojo de bife (AOB), espesor de grasa subcutánea (EGS), espesor de grasa a nivel del cuadril (P8) y el contenido de grasa intramuscular (GIM), estimados *in vivo* por medio de la ultrasonografía al inicio y al final del periodo de estudio en cada año de realización de los experimentos.

Cuadro 7. Medidas registradas por ultrasonografía en el animal *in vivo* según tratamiento durante los años 2013 y 2014.

	Año 2013				P valor
	NOF2	NOF4	NOF2 + AA0,8	NOF2 + AA1,6	
AOB (cm²) inicial	54,1	53,4	53,5	50,8	ns
AOB (cm²) final	66,5	68,2	70,0	68,2	ns
EGS (mm) inicial	2,6	2,4	2,9	2,6	ns
EGS (mm) final	6,1 b	10,0 a	10,3 a	10,3 a	**
P8 (mm) inicial	4,9	4,5	5,3	4,5	ns
P8 (mm) final	10,6 b	16,1 a	14,9 a	16,6 a	*
GIM (%) inicial	2,8	3,0	2,8	2,8	ns
GIM (%) final	3,2	3,3	3,4	3,4	ns
	Año 2014				
	NOF2	NOF4	NOF2 + AA0,6	NOF2 + AA1,2	
AOB (cm²) inicial	42,8	46,1	42,4	43,8	ns
AOB (cm²) final	58,1 b	61,2 ab	62,2 ab	63,1 a	*
EGS (mm) inicial	2,3	1,8	2,2	2,2	ns
EGS (mm) final	4,2 b	5,6 ab	7,0 a	6,3 a	*
P8 (mm) inicial	2,3	2,0	2,7	2,2	ns
P8 (mm) final	4,5 b	8,0 a	8,5 a	8,3 a	*
GIM (%) inicial	2,6	2,6	2,6	2,1	ns
GIM (%) final	2,84	2,9	2,8	2,9	ns

Nota: NOF: nivel de oferta de forraje. AA: afrechillo de arroz. 2, 4, 0,6, 0,8, 1,2, 1,6% PV. AOB: área de ojo de bife. EGS: espesor de grasa subcutánea. P8: espesor de grasa a nivel del cuadril GIM: grasa intramuscular. a y b: letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes. * P < 0,05. ** P < 0,01. ns: no significativo.

Al inicio de cada estudio, ninguno de los parámetros evaluados mostró diferencias entre T, observándose un efecto del sistema de alimentación en algunas variables al final de cada experimento. Durante el año 2013, los valores finales de AOB y GIM no fueron

afectados por el sistema de alimentación. Sin embargo, el EGS y P8 mostraron diferencias (P < 0,01 y P < 0,05, respectivamente) entre los T suplementados y de mayor NOF que fueron superiores con respecto al T con menor NOF. En el año 2014, todos los parámetros

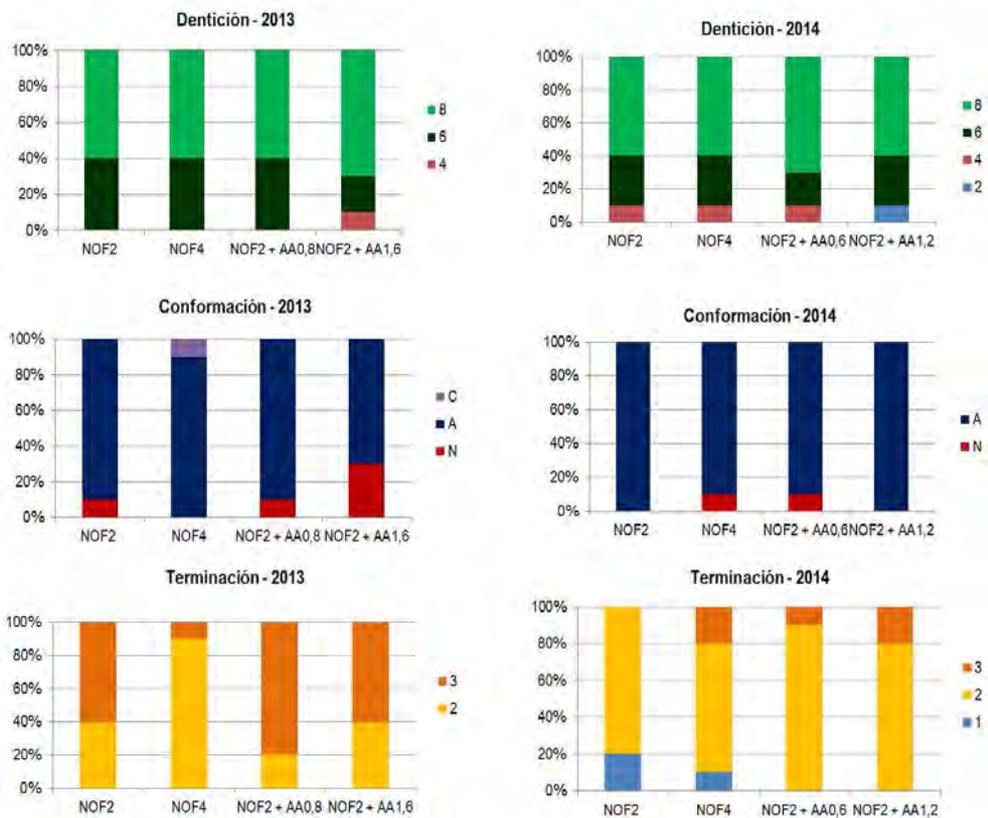
evaluados, a excepción de la GIM, mostraron diferencias entre T, determinando que el T NOF2 presentó ($P < 0,05$) los menores valores con respecto a los restantes T, que a su vez fueron similares entre sí.

El sistema de alimentación y la edad del animal tienen influencia sobre los resultados del AOB y el nivel de engrasamiento, siendo mayores a medida que el nivel energético de la dieta aumenta y el animal crece. Los resultados obtenidos en AOB, concuerdan con estudios llevados a cabo por Stelzleni *et al.* (2007) en donde observó que el AOB fue superior en vacas adultas que reciben mayores niveles de alimentación y con los de Realini *et al.* (2004) que mostraron mayores AOB en novillos jóvenes en crecimiento alimentados con concentrados en comparación a novillos provenientes de sistemas de alimentación en base (100%) a pasturas. En cuanto al engrasamiento de

las vacas de descarte, los valores obtenidos se corresponden con lo establecido por Aviléz (2006), en donde a mayores niveles de alimentación durante la fase de terminación de los animales previo a la faena, resultan en canales con mayores niveles de engrasamiento. Estos concuerdan con estudios realizados en novillos por Gil y Huertas (2001), donde mayores consumos de energía generaron mayores niveles de engrasamiento.

1.3.2. Características de la canal *post mortem*

En la Figura 3 se presentan los resultados obtenidos según el sistema de tipificación de INAC (1997) para los años 2013 y 2014. La clasificación y tipificación de carnes tiene como objetivo definir la calidad de la canal según sus características, obedeciendo a las necesidades del mercado.



Nota: NOF: nivel de oferta de forraje; AA: afrechillo de arroz; 2, 4, 0,6, 0,8, 1,2, 1,6% PV.

Figura 3. Dentición, conformación y terminación según INAC por tratamiento para cada año de estudio.

Cuadro 8. Medidas morfométricas según tratamiento en los años 2013 y 2014.

	2013				P valor
	NOF2	NOF4	NOF2 + AA0,8	NOF2 + AA1,6	
Largo de canal (cm)	142,2	144,0	146,5	147,0	ns
Perímetro de pierna (cm)	111,2 b	114,1 ab	113,6 ab	116,5 a	*
Largo de pierna (cm)	102,2	100,6	102,0	103,6	ns
	2014				
	NOF2	NOF4	NOF2 + AA0,6	NOF2 + AA1,2	
Largo de canal (cm)	160,9	160,8	162,6	163,5	ns
Perímetro de pierna (cm)	107,3	110,2	110,9	109,8	ns
Largo de pierna (cm)	75,9	74,8	75,6	76,9	ns

Nota: NOF: nivel de oferta de forraje. AA: afrechillo de arroz. 2, 4, 0,6, 0,8, 1,2, 1,6% PV. a y b: letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes. * P <0,05. ** P<0,01. ns: no significativo.

En relación a la edad según dentición, como era de esperar al tratarse de vacas adultas la mayoría de los animales presentaron dentición completa. Los grados de conformación se encontraron principalmente caracterizados como "A", siendo este un grado aceptable considerado por parte de la industria frigorífica. En cuanto al grado de terminación, durante el primer año una gran proporción de animales se encontraron en la categoría 3 de grasa, considerada como excesiva, disminuyendo este valor al año siguiente en donde la mayor parte de los animales se encontraron con terminaciones de grado 2 (adecuados). Este resultado se asocia principalmente a la disminución de los niveles de suplementación utilizados durante este año y los menores pesos finales de faena.

Otra forma de clasificación de las canales es a través de mediciones morfométricas,

donde se registró el largo de la canal (LC), largo de pierna (LP) y perímetro de pierna (PP). En el Cuadro 8 se presentan los promedios estas medidas para cada T y año evaluado.

Durante el año 2013, la única medida que presentó diferencias (P<0,05) según los sistemas de alimentación fue el PP, siendo mayor en el T NOF2+AA1,6 y la menor en el T de NOF2, encontrándose los restantes T en valores intermedios. En el año 2014, no se observaron efectos de las dietas en las medidas morfométricas.

En el Cuadro 9 se presentan los promedios para cada T de peso de canal caliente (PCC), enfriada (PCE) y sus respectivas medias canales y el rendimiento carnicero con respecto al peso vivo lleno (PVLI) y vacío (PVV) en cada año de estudio.

Cuadro 9. Peso de canal caliente, enfiada y rendimiento carnicero promedio según tratamiento en los años 2013 y 2014.

	Año 2013				P valor
	NOF2	NOF4	NOF2 + AA0,8	NOF2 + AA1,6	
PCC derecha (kg)	131,9 b	144,2 ab	146,4 a	152,9 a	*
PCC izquierda (kg)	134,3 b	147,8 a	149,4 a	156,3 a	**
PCC (kg)	266,2 b	292,0 a	295,8 a	309,3 a	*
PCE derecha (kg)	127,3 b	139,9 a	142,1 ab	148,5 a	**
PCE izquierda (kg)	129,8 b	143,4 a	145,0 a	151,8 a	**
PCE (kg)	257,1 b	283,4 a	287,1 a	300,3a	**
Rendimiento PVLI (%)	49,4	48,3	48,6	49,8	ns
Rendimiento PVV (%)	51,3	50,7	50,8	51,6	ns
	Año 2014				
	NOF2	NOF4	NOF2 + AA0,6	NOF2 + AA1,2	
PCC derecha (kg)	118,6 b	124,5 ab	131,7 a	125,9 ab	*
PCC izquierda (kg)	118,8 b	125,7 ab	131,8 a	127,6 a	*
PCC (kg)	237,4 b	250,4 ab	263,5 a	253,6 a	*
PCE derecha (kg)	114,9 b	120,4 ab	126,9 a	122,7 ab	*
PCE izquierda (kg)	115,4 b	122,2 ab	127,7 a	123,2 ab	*
PCE (kg)	230,2 b	242,6 ab	254,6 a	245,9 ab	*
Rendimiento PVLI (%)	45,5 b	47,0 ab	46,0 b	47,9 a	*
Rendimiento PVV (%)	48,2 b	50,9 ab	53,5 a	51,5 a	*

Nota: NOF: nivel de oferta de forraje; AA: afrechillo de arroz; 2, 4, 0,6, 0,8, 1,2, 1,6% PV. PCC: peso de canal caliente. PCE; peso de canal enfiada. PVLI: peso vivo lleno. PVV: peso vivo vacío a, b y c: medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes. **: P<0,01. *: P<0,05. ns: no significativo.

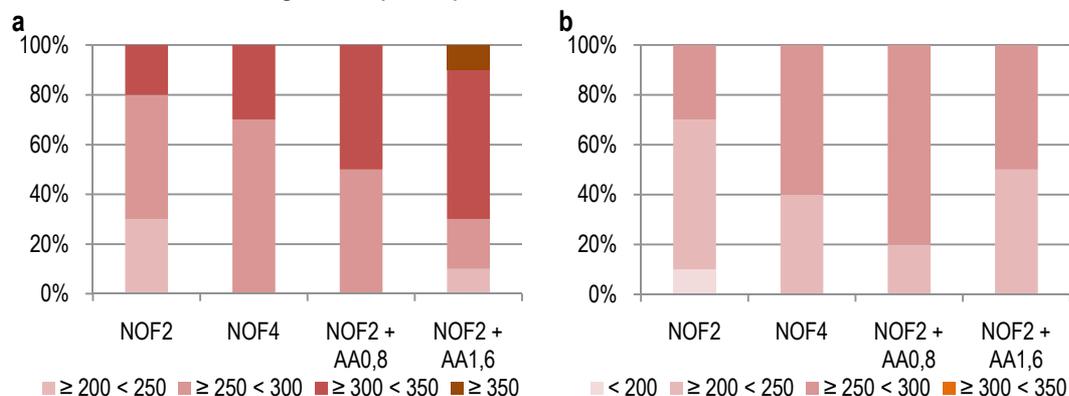
En el primer año de estudio (2013) el PCC (P<0,05) y sus respectivas medias canales (izquierda: P<0,01 y derecha: P<0,05) y el PCE, PCE izquierda y PCE derecha (P<0,01), fueron mayores en el T NOF4 o en aquellos con algún agregado de suplemento y menores en el T NOF2. Sin embargo, dichas diferencias desaparecieron cuando estas variables son corregidas por el PV final, indicando que las diferencias estaban dadas por el efecto principal de esta covariable. En cuanto al rendimiento carnicero, calculado según el PVLI o PVV, no se encontraron diferencias entre las diferentes estrategias de alimentación.

Durante el año 2014, los valores de PCC y PCE fueron superiores (P<0,05) en NOF2 + AA0,6 e inferiores en el T NOF2, observándose valores intermedios entre los restantes T. Al corregirse estas variables por el peso

vivo final, las diferencias se mantuvieron, indicando que las mismas se deben al efecto de la alimentación que a su vez afectó el peso vivo final logrado en cada tratamiento. El rendimiento carnicero calculado por el PVLI o PVV presentó diferencias entre T (P<0,05). Cuando fue determinado según el PVLI los mayores resultados se observaron en NOF2 + AA1,2, seguido por NOF4, siendo inferiores e iguales NOF2 y NOF2 + AA0,6. Cuando se calculó por el PVV los tratamientos suplementados y NOF4 fueron iguales entre sí y superiores al T NOF2. Esta información es concordante con la información lograda *in vivo*, donde los animales con el mayor NOF y suplementados tuvieron mayores ganancias y pesos vivos y lograron también mayores niveles de engrasamiento. Esto último influiría positivamente en el rendimiento carnicero de las canales.

En la Figura 4 se muestra la proporción de las canales calientes según su peso para

cada T y en cada año de estudio.



Nota: NOF: nivel de oferta de forraje; AA: afrechillo de arroz; 2, 4, 0,6, 0,8, 1,2, 1,6% PV.

Figura 4. Proporción de la canal caliente según peso para el año 2013 (a) y 2014 (b).

En ambos años de estudio las canales más pesadas se encontraron en los T suplementados, en comparación a los pastoriles, principalmente cuando se los compara con el T NOF2. En comparación con el año 2013, las canales del año 2014 presentaron un menor peso canal, debido al menor peso de faena que presentaron las vacas durante este año y al menor engrasamiento observado según la clasificación de INAC.

En el Cuadro 10 se muestra el promedio del peso del corte pistola, el Rump & Loin (RL:

lomo, bife y cuadril), la suma los principales cortes del pistola (Rump & Loin, nalga de adentro, de afuera, bola de lomo y colita de cuadril) y el peso del recorte de grasa por T. A su vez, por importancia a nivel comercial, se presentan los calibres (pesos) de algunos cortes de mayor valor comercial -como lo son los casos del lomo, bife y cuadril-, para cada año de estudio. En este estudio se definió un umbral de valor de 1,8 kg para el lomo y de 3,5 kg para el bife angosto. En el Anexo 3, se presentan los pesos promedios según T de los restantes cortes.

Cuadro 10. Peso del corte pistola y los cortes que surgen del mismo para cada tratamiento.

Cortes (kg)	Año 2013				P valor
	NOF2	NOF4	NOF2 + AA0,8	NOF2 + AA1,6	
Pistola	62,4 b	68,7 a	68,4 a	71,2 a	*
Cortes de valor	33,1 b	36,3 a	36,3 a	37,9 a	*
RL	12,4 b	13,9 a	13,9 a	14,6 a	*
Lomo	2,1	2,2	2,1	2,3	ns
Bife	4,9 b	5,7 a	5,7 a	6,1 a	*
Cuadril	5,4 b	6,1 a	6,1 a	6,3 a	*
Grasa	4,4	5,5	5,6	6,0	ns
Año 2014					P valor
	NOF2	NOF4	NOF2 + AA0,6	NOF2 + AA1,2	
Pistola	60,1	63,9	66,0	64,2	ns
Cortes de valor	30,3 b	32,8 a	33,3 a	32,6 a	*
RL	11,4 b	12,7 a	12,8 a	12,5 a	*
Lomo	2,0	2,1	2,1	2,1	ns
Bife	4,4 b	4,8 ab	5,0 a	5,1 a	*
Cuadril	5,0 b	5,8 a	5,8 a	5,3 a	*
Grasa	3,4 b	4,6 a	5,4 a	4,8 a	**

Nota: NOF: nivel de oferta de forraje; AA: afrechillo de arroz; 2, 4, 0,6, 0,8, 1,2, 1,6% PV. RL: lomo + bife + cuadril. Cortes de valor: RL + nalga de adentro de afuera + bola de lomo + colita de cuadril. a y b: medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes. * $P < 0,05$. ns: no significativo.

Durante el año 2013 se encontraron diferencias significativas entre T ($P < 0,05$) en el peso del corte pistola, la suma de los cortes de valor y el Rump & Loin (RL), siendo superiores en el T NOF4 y los T con agregado de suplemento e inferiores en el T NOF2. Sin embargo, dichas diferencias desaparecieron cuando estas variables fueron corregidas por el peso canal, indicando que estaban dadas fundamentalmente por las diferencias en el peso de la canal. Durante el año 2014, estas diferencias fueron significativas, P menor a 0,05, en la suma de los cortes de valor y en el RL, siendo $\text{NOF4} = \text{NOF2} + \text{AA0,6} = \text{NOF2} + \text{AA1,2} > \text{NOF2}$.

El peso del lomo no presentó diferencias entre T en ningún año. Sin embargo, en el bife y el cuadril, los sistemas de alimentación que los mayores pesos de canal ($P < 0,05$) determinaron diferencias en el peso de los mismos, siendo superior en los T NOF4 y suplementados, en relación al T NOF2. Asimismo, en todos los T los pesos promedios del lomo y el cuadril superaron el calibre definido como aceptable de 1,8 kg y 3,5 kg, respectivamente.

En cuanto al recorte de grasa del total de cortes del pistola no se encontraron diferencias significativas entre T en ninguno de los años evaluados.

En el presente estudio, el mayor nivel de alimentación determinó mayores pesos de la canal y de los cortes más valiosos, coincidiendo estos resultados con lo reportado en otros estudios llevados a cabo con vacas adultas en donde las alimentadas con altos planos de energía fueron superiores a vacas alimentadas con menores niveles de energía (Restle *et al.* 2000, 2001, Stelzleni *et al.* 2007) así como en otros estudios con novillos que mostraban que aumentos en el

consumo de energía llevan a la obtención de canales más engrasadas de mayor peso (Luzardo *et al.*, 2014).

1.4. Resultados en la carne

1.4.1. Parámetros que determinan la calidad de la carne

Los valores de pH a las 48 horas no presentaron diferencias entre T en ninguno de los años evaluados, encontrándose en promedio en todos los T por debajo del valor de 5,8, considerado como aceptable. Durante el año 2013, el valor promedio total fue de 5,6 y durante el año 2014 fue de 5,7. Estos valores indican que la carne presenta buenas condiciones para su conservación, inhibición de microorganismos y le otorgan características físico químicas deseables (Santini *et al.*, 2003).

En el Cuadro 11 se muestran los valores promedio para el color de la grasa registrado en base a la escala Aus-Meat (2016) de 9 grados de color y el color de la carne a través de la medición de los tres parámetros de color L^* (luminosidad), a^* (rojo) y b^* (amarillo) para diferentes días de maduración (2, 7, 14 y 21 días), durante el año 2013 y el año 2014 y en el Anexo 4 se presentan los valores promedios según T para cada día de maduración.

Generalmente, los mayores niveles de energía en la dieta generan diferencias en la coloración de la grasa y de la carne, presentando las mismas un color más claro (Boleman *et al.* 1996, Realini *et al.* 2004). Sin embargo, el color de la grasa y de la carne del presente trabajo experimental no fueron afectados significativamente por los T en ninguno de los parámetros evaluados a excepción del parámetro L^* con 14 días de maduración durante el año 2013.

Cuadro 11. Color de la carne y de la grasa.

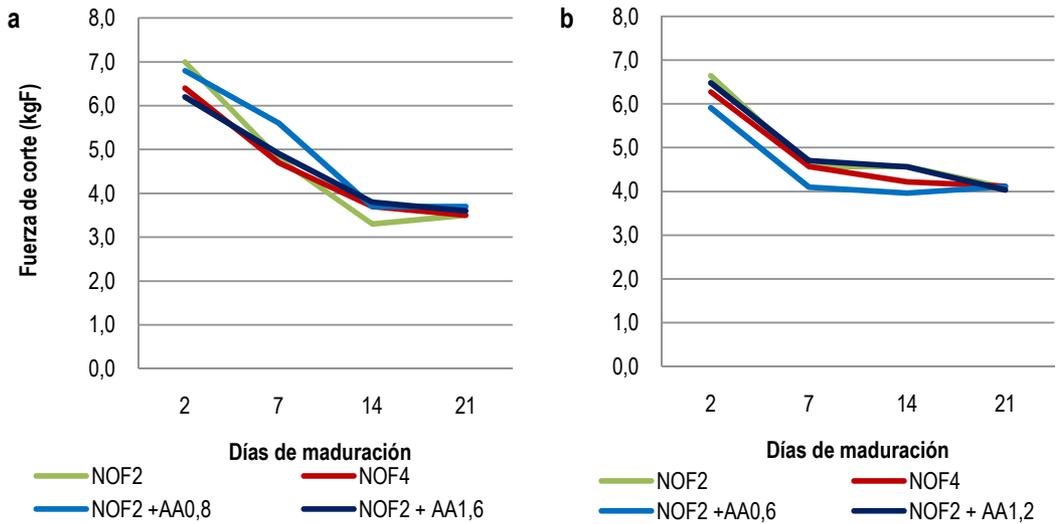
	Año 2013	Año 2014
Color de grasa	4,2	3,5
Color de carne		
L* 2 días	33,7	34,0
L* 7 días	34,5	35,1
L* 14 días	35,2	36,6
L* 21 días	36,5	37,6
a* 2 días	19,6	19,5
a* 7 días	17,5	17,5
a* 14 días	16,8	14,4
a* 21 días	16,9	17,3
b* 2 días	9,1	8,8
b* 7 días	9,4	9,0
b* 14 días	9,5	9,2
b* 21 días	10,0	9,4

Nota: L*: luminosidad. A*: rojo. b*= amarillamiento. 2, 7 y 14 días: periodo de maduración.

En ambos años, el promedio de los valores de color de grasa se encontraron dentro de los rangos de coloración aceptables, siendo considerados valores de rechazo en la escala de Aus-Meat (2016) los grados 7 y 8. A su vez, los colores encontrados concuerdan con los datos encontrados en la Auditoria de Calidad de INIA e INAC, en donde la mayor proporción de las canales presentaban una coloración entre 3 y 4 (Correa y Brito, 2017). En relación al color de la carne, los valores encontrados concuerdan con los observados por Luzardo *et al.* (2008) trabajando con novillos en crecimiento en similares condiciones a las del presente trabajo. A pesar de no encontrarse diferencias entre T, se puede observar que a mayores días de maduración la carne toma colores más brillosos (mayor L*) y más rojos (mayor a*) pudiendo reflejarse ello en una mayor aceptación por parte del consumidor.

A medida que la edad del animal es mayor, la solubilidad del colágeno disminuye y la

fuerza de corte aumenta, determinando menores ternezas en la carne (Lawrie, 1998). En diversos estudios con novillos jóvenes (Realini *et al.* 2004; Luzardo *et al.* 2014) demostraron que periodos de maduración de 7 días fueron suficientes para obtener resultados aceptables en la terneza de la carne por parte del consumidor (menores a 4,5 kgF). En el presente estudio, no se encontraron diferencias significativas entre T en los periodos de maduración evaluados, para ninguno de los 2 años de estudio. Por su parte, los valores considerados aceptables se obtuvieron con periodos de maduración mayores que en novillos, requiriendo en esta categoría maduraciones de al menos 14 días. Estos resultados concuerdan con lo reportado por Mandell *et al.* (2006), donde se lograron valores aceptables de terneza en vacas a partir de 28 días de maduración. En la Figura 5 se muestra la evolución de los valores de fuerza de corte por T para cada periodo de maduración evaluado en ambos años.



Nota: NOF: nivel de oferta de forraje; AA: afrechillo de arroz; 2, 4, 0,6, 0,8, 1,2, 1,6% PV.

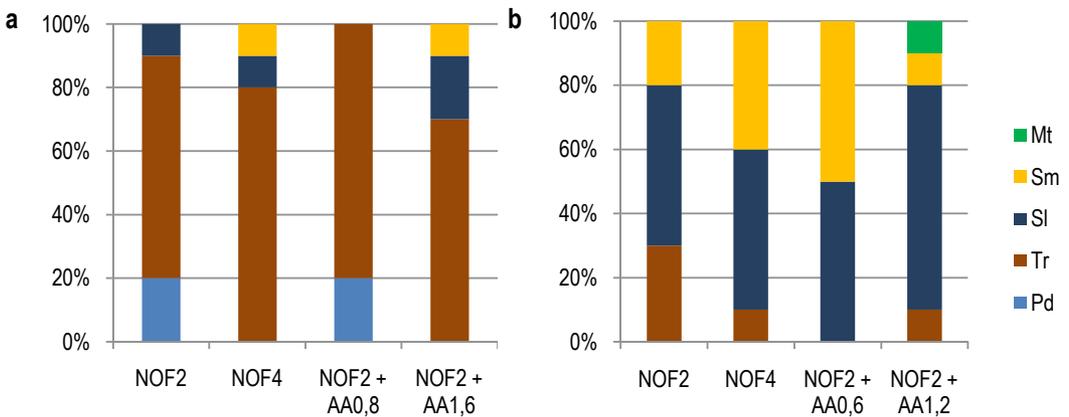
Figura 5. Valores de fuerza de corte por tratamiento y periodo de maduración en el año 2013 (a) y 2014 (b).

El valor promedio de fuerza de corte fue de 6,6 kgF para 2 días de maduración, de 5,0 kgF para 7 días y de 3,6 para 14 y 21 días en el año 2013 y de 6,3 kgF, de 4,8 kgF, de 4,3 kgF y de 4,1 kgF, para 2, 7, 14 y 21 días de maduración, respectivamente, en el año 2014.

ósea conforman otro parámetro de calidad de la canal (clasificación de canales según USDA). La mejora de estos parámetros determina mejoras comerciales de los productos obtenidos, permitiendo acceso a mercados exigentes con precios diferenciales.

El grado de engrasamiento de la canal influye en la calidad de la misma, teniendo relación con la ternura de la carne y en su valor comercial. A su vez, junto con la madurez

En la Figura 6, se presenta la proporción de canales según el contenido de grasa intramuscular (GIM) - marbling y en la Figura 7 según el grado de madurez esquelética por T, para ambos años de estudio.



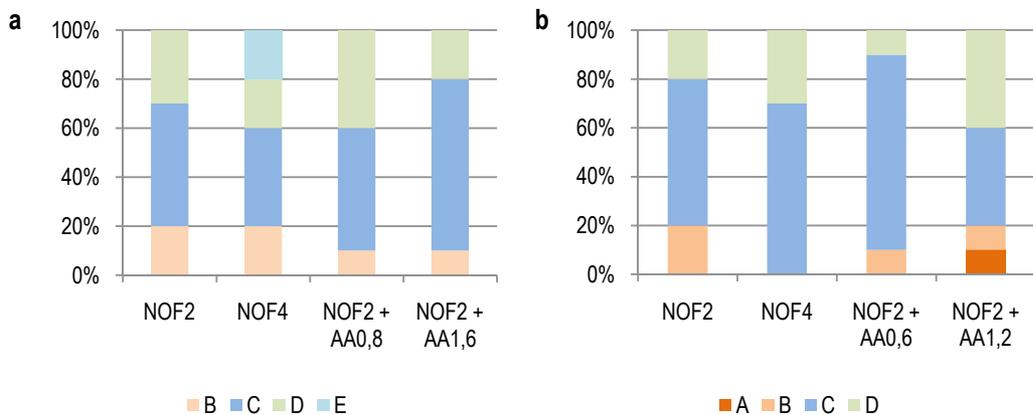
Nota: NOF: nivel de oferta de forraje; AA: afrechillo de arroz; 2, 4, 0,6, 0,8, 1,2, 1,6% PV.

Figura 6. Proporción de canales según contenido de grasa intramuscular (Escala USDA) para el año 2013 (a) y 2014 (b).

En el año 2013 se observó una baja proporción de niveles de GIM, donde la proporción de canales con los valores mínimos deseables (Small; Sm) fue baja, estando la mayoría concentrado en el nivel de Trazas (Tr). Sin embargo, se encontraron diferencias entre T ($P < 0,05$), siendo superior el grado de GIM en los T NOF4 (284 en promedio) y NOF2 + AA1,6 (280 en promedio) e inferior en NOF2 (230 en promedio), comportándose de manera similar a todos los T el NOF2 + AA0,8 (259 en promedio). Durante el año 2014, las canales presentaron mayores grados de GIM, encontrándose este parámetro concen-

trado principalmente en los grados S1 y Sm. En los promedios no se encontraron diferencias entre los sistemas de alimentación para los diferentes T (322,5 en promedio).

La madurez esquelética se refiere a la edad fisiológica del animal y se determina según las características de los huesos y la osificación de los cartílagos. Es un buen indicador de atributos de calidad como medida indirecta del desarrollo del tejido conectivo (Brito *et al.*, 2011). En ambos años de estudio, la mayor proporción de canales se encontró dentro de la clasificación C (Figura 7).

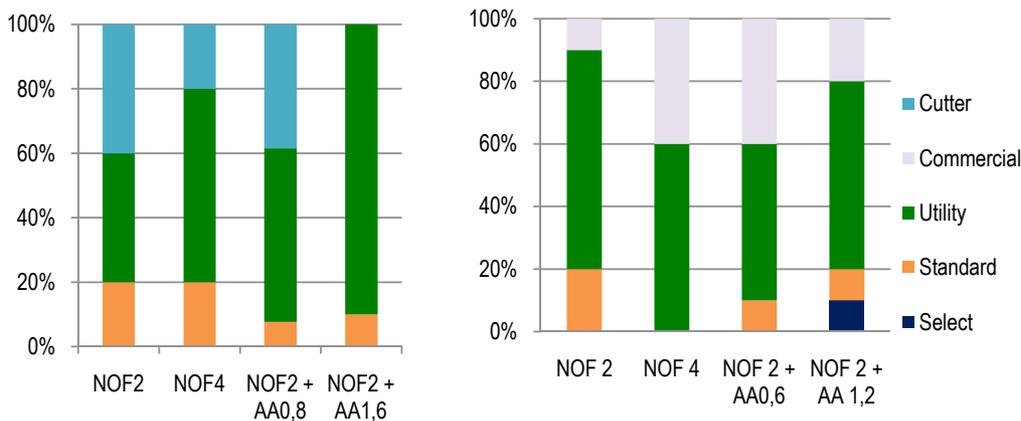


Nota: NOF: nivel de oferta de forraje; AA: afrechillo de arroz; 2, 4, 0,6, 0,8, 1,2, 1,6% PV.

Figura 7. Proporción de canales según madurez esquelética para el año 2013 (a) y 2014 (b).

De la relación existente entre el grado de GIM y la madurez esquelética resulta el sistema Quality Grade de USDA. Los grados de calidad en orden decreciente son Prime, Choice,

Select, Standard, Commercial, Utility y Cutter (Brito *et al.*, 2011). En la Figura 8 se presentan los resultados obtenidos para los estudios realizados en los años 2013 y 2014.



Nota: NOF: nivel de oferta de forraje; AA: afrechillo de arroz; 2, 4, 0,6, 0,8, 1,2, 1,6% PV.

Figura 8. Proporción de canales según el sistema Quality Grade de USDA para el año 2013 (a) y 2014 (b).

En ambos años, la mayor proporción de canales se encontró dentro de la clasificación "Utility", debido a los bajos grados de marmoreo y los altos grados de madurez esquelética, característico de una categoría adulta, como ser la vaca de descarte.

1.4.2. Contenido total de lípidos y composición de ácidos grasos

En el Cuadro 12, se muestran los resultados promedios obtenidos del contenido de grasa intramuscular y la composición porcentual de CLA, AGS, AGM, AGPI, n-6 y n-3 y la relación existente entre los AGPI/AGS y n-6/n-3 para cada T en cada año de estudio. En el Anexo 5 se presenta la composición porcentual de los ácidos grasos individuales por T para el año 2013 y el año 2014.

Cuadro 12. Contenido de grasa intramuscular y composición de los ácidos grasos según tratamiento en ambos años de estudio (2013 y 2014).

	Año 2013				P valor
	NOF2	NOF4	NOF2 + AA0,8	NOF2 + AA1,6	
GIM	3,5	4,7	4,6	4,1	ns
AGS	46,0	46,9	45,8	46,7	ns
AGMI	49,1	49,3	50,0	48,6	ns
AGPI	4,5 a	3,4 b	3,8 ab	4,3 a	*
n-6	2,9 a	2,2 b	2,9 a	3,4 a	**
n-3	1,6 a	1,1 b	0,9 b	0,2 b	**
CLA	0,50 a	0,46 a	0,45 ab	0,37 b	*
AGP/AGS	0,1 a	0,07 b	0,08 ab	0,09 a	*
n-6/n-3	1,9 b	2,0 b	3,45 a	3,7 a	**
	Año 2014				P valor
	NOF2	NOF4	NOF2 + AA0,6	NOF2 + AA1,2	
GIM	3,4	3,0	3,7	3,3	ns
AGS	48,9	46,4	47,1	48,09	ns
AGMI	41,9	44,8	44,3	43,4	ns
AGPI	9,2	8,8	8,6	8,6	ns
n-6	6,4	6,1	6,3	6,3	ns
n-3	2,3	2,4	2,0	2,0	ns
CLA	0,34 a	0,37 a	0,26 ab	0,25 b	*
AGP/AGS	0,2	0,2	0,2	0,2	ns
n-6/n-3	3,0	2,7	3,2	3,2	ns

Nota: NOF: nivel de oferta de forraje; AA: afrechillo de arroz; 2, 4, 0,6, 0,8, 1,2, 1,6 % PV. a y b: medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes. **: P<0,01. *: P<0,05. ns: no significativo.

Durante el año 2013, el contenido de GIM no presentó diferencias entre T, al igual que el contenido de AGS y AGMI. En cambio, los AGP se diferenciaron (P<0,05) entre los sistemas de alimentación, en donde las mayores proporciones se encontraron en el T NOF2 y las menores en el NOF4, compor-

tándose de manera similar los restantes T. La concentración de los AG n-6 y n-3 fue diferente entre dietas (P<0,01), siendo superior la concentración de n-6 en los sistemas suplementados y la de n-3 en los sistemas exclusivamente pastoriles, concordando estos resultados con la bibliografía consul-

tada (Duckett y Realini, 2002; Noci *et al.*, 2005). Las diferencias encontradas en los AGPI generaron diferencias entre la relación AGPI/AGS, siendo inferior en el NOF4 en comparación a los restantes T. En tanto, para la relación n-6/n-3 esta fue superior en los T suplementados e inferiores en los T pastoriles. En el año 2014, no se encontraron diferencias entre T en el total de AGS, AGMI, AGPI, n-6 y n-3, ni en sus relaciones. En todos los casos la relación AGPI/AGS se encontró por debajo de los niveles deseados (mayor a 0,45) y la relación n-6/n-3 se ubicó dentro de los rangos recomendados (menor a 4) por el Departamento de Salud del Reino Unido (Department of Health, 1994).

En ambos años, el contenido de CLA fue mayor ($P < 0,05$) en los T NOF2 y NOF4, disminuyendo a medida que se agregó más suplemento a la alimentación animal.

1.5. Resumen de la información generada en los experimentos realizados en la región de Basalto

De acuerdo a las condiciones en que fue realizado este estudio, con el buen manejo de una pastura de calidad como la avena a una asignación del NOF de 4% PV y la inclusión de la suplementación en forma estratégica a menores niveles de NOF, se mejora el desempeño productivo de vacas de descarte, logrando ganancias de peso vivo cercanas a 1 kg/animal/día, en comparación a sistemas exclusivamente pastoriles de NOF 2% PV. En este último sistema, la consistencia de los resultados es más dependiente de las condiciones climáticas y/o del manejo de las pasturas y los animales.

Asimismo, estos sistemas permiten obtener buenas productividades por unidad de superficie ya sea por el aumento de las ganancias individuales o el aumento de la carga animal. Por su parte, niveles de suplementación de 0,6 o 0,8% PV logran muy buenas eficiencias de conversión, más aún si se considera que las vacas de descarte son una categoría adulta menos eficiente en comparación con animales en activo crecimiento.

Estos resultados se relacionan con la mayor disponibilidad de forraje o la inclusión de la suplementación, que corresponde a mayores consumos de alimento por animal y por ende al mayor consumo de energía, principalmente cuando se agrega afrechillo de arroz en la dieta. A su vez, por los datos obtenidos resaltan la importancia del agregado del suplemento en el sistema, en donde los animales que consumen afrechillo de arroz logran mejores desempeños, estando en parte relacionado al menor tiempo dedicado al pastoreo y por lo tanto al menor gasto energético que lleva la realización de esta actividad así como la mayor concentración de energía en la dieta de los animales.

Las mayores ganancias de peso obtenidas en los sistemas de mayor NOF o un NOF del 2 %PV con agregado de suplemento, genera animales con mayor peso de faena y grado de terminación. Estos resultados permiten generar diferentes alternativas de sistemas de producción, pudiendo realizar un mayor uso de las pasturas o lograr resultados similares con productos de calidad en menor tiempo de engorde cumpliendo con los requisitos de la industria frigorífica.

Al estar altamente relacionado las características de la canal con el desarrollo del peso vivo, las mejoras obtenidas durante el periodo de engorde se reflejan en los resultados *post mortem*, determinando mayores pesos de canal y cortes valiosos en los sistemas con un mayor NOF o con el agregado de suplemento.

Con estos sistemas de alimentación en la categoría de vacas de descarte fue posible obtener aceptables niveles de terneza y grados de color de la carne y la grasa, capaces de satisfacer las exigencias de los consumidores en diferentes mercados de exportación, comparables con los resultados obtenidos en novillos bajo sistemas de producción similares. Sin embargo, es importante resaltar la necesidad de un proceso de maduración de al menos 14 días para mejorar el nivel de terneza de la carne en vacas de descarte de la raza Hereford.

En la composición de los ácidos grasos, los sistemas utilizados demuestran que la carne de vacas de descarte (al igual que lo estudiado en novillos) proveniente de sistemas pastoriles como los de Uruguay (100% pastoriles o con niveles bajos de suplementación bajo pastoreo), promueven la producción de carne saludable según las recomendaciones internacionales en términos de perfiles y composición de ácidos grasos.

2. RESULTADOS EXPERIMENTALES EN LA UNIDAD EXPERIMENTAL “LA MAGNOLIA”

2.1. Resultados en pasturas

En el Cuadro 13 se muestran los promedios de las características del forraje ofrecido y remanente durante el periodo experimental de los años 2013, 2014 y 2015, para cada tratamiento (T).

Cuadro 13. Características del forraje ofrecido y remanente durante los años 2013, 2014 y 2015.

	Año 2013				P valor
	NOF 2	NOF 4	NOF 2 + AA0,8		
Forraje ofrecido (kgMS/ha)	2120,1	2384,2	2187,1		ns
Forraje remanente (kgMS/ha)	690,6 b	924,2 a	770,3 ab		*
Utilización (%)	52,8	49,4	51,1		ns
Altura ofrecida (cm)	22,8 a	22,0 ab	20,0 b		**
Altura remanente (cm)	10,3 b	11,5 a	9,3 b		**
MS ofrecida (%)	20,9	21,1	22,2		ns
MS remanente (%)	25,1	25,2	26,0		ns
	Año 2014				P valor
	NOF 2	NOF 4	NOF 2 + AA0,6	NOF 2 + AA1,2	
Forraje ofrecido (kgMS/ha)	1817,1	1838,5	1823,7	1929,0	ns
Forraje remanente (kgMS/ha)	693,9	874,4	781,8	797,9	ns
Utilización (%)	59,0	52,7	58,4	52,4	ns
Altura ofrecida (cm)	12,7 c	13,2 b	13,8 a	14,0 a	**
Altura remanente (cm)	4,3 ab	4,6 ab	4,8 a	3,6 b	*
MS ofrecida (%)	21,4	20,8	19,8	19,8	ns
MS remanente (%)	31,6	34,4	33,2	41,2	ns
	Año 2015				P valor
	NOF 2	NOF 4	NOF 2 + AA0,6	NOF 2 + AA1,2	
Forraje ofrecido (kgMS/ha)	2019,9 b	1900,0 b	1702,0 c	2540,0 a	**
Forraje remanente (kgMS/ha)	843,0 b	1016,3 a	800,9 b	886,0 ab	*
Utilización (%)	56,9	45,8	54,1	62,5	ns
Altura ofrecida (cm)	16,5 b	15,9 b	16,1 b	20,8 a	**
Altura remanente (cm)	3,4 b	4,3 a	3,9 a	4,1 a	*
MS ofrecida (%)	16,5 ab	17,9 a	16,8 ab	15,2 b	*
MS remanente (%)	40,3 a	33,6 ab	30,9 b	30,3 b	**

Nota: NOF: nivel de oferta de forraje; AA: afrechillo de arroz; 2, 4, 0,6, 0,8, 1,2, 1,6 % PV. a y b: medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes. **: P<0,01. *: P<0,05. ns: no significativo

Durante el año 2013, la disponibilidad del forraje ofrecido no presentó diferencias significativas entre T, presentando un promedio general de 2230,5 kgMS/ha. A diferencia de ello, el forraje remanente si presentó diferencias según la dieta suministrada ($P < 0,05$), teniendo la menor disponibilidad de forraje el T NOF2 como consecuencia de la mayor carga animal y la mayor disponibilidad de forraje fue para el T NOF4, teniendo el T NOF2 + AA0,8 una disponibilidad similar a ambos T. La altura del forraje ofrecido mostró diferencias entre T ($P < 0,01$), siendo $\text{NOF2} \geq \text{NOF4} > \text{NOF2} + \text{AA0,8}$. En la altura del forraje remanente, también se observaron diferencias ($P < 0,01$), siendo significativamente inferior la disponibilidad de los T NOF2 y $\text{NOF2} + \text{AA0,8}$ y superior la del T NOF4. En la materia seca del forraje no se encontraron diferencias estadísticas, siendo el promedio para el ofrecido de 21,4% y del remanente 25,4%.

En el año 2014, no se encontraron diferencias significativas en la disponibilidad del forraje, tanto ofrecido como remanente entre los diferentes T, presentando un promedio de 1852,1 y 787,0 kgMS/ha, respectivamente. Sin embargo, la altura del forraje presentó diferencias significativas entre T en la pastura ofrecida ($P < 0,01$) y en el remanente ($P < 0,05$). En el forraje ofrecido, las mayores alturas se dieron en los T suplementados, seguidos por el T NOF4 y las menores alturas en el T NOF2. En la altura del forraje remanente, el T $\text{NOF2} + \text{AA} 0,6$ fue el que presentó el mayor valor y el T $\text{NOF2} + \text{AA}1,2$ el menor, encontrándose en situación intermedia los dos sistemas exclusivamente pastoriles. El % de MS fue similar entre T, con un promedio total de 20,5% en la pastura ofrecida y de 35,1% en la remanente.

A diferencia de los años anteriores, en el año 2015, se observaron diferencias estadísticas en la disponibilidad del forraje ofrecido entre los T ($P < 0,01$), siendo mayor en el T $\text{NOF2} + \text{AA}1,2$, seguido por los T exclusivamente pastoriles y por último el T $\text{NOF2} + \text{AA}0,6$.

En el forraje remanente las diferencias observadas presentaron la siguiente respuesta: $\text{NOF4} \geq \text{NOF2} + \text{AA}1,2 > \text{NOF2} = \text{NOF2} + \text{AA}0,6$. En la altura del forraje también se encontraron diferencias en el forraje ofrecido ($P < 0,01$) y en el remanente ($P < 0,05$). El T $\text{NOF2} + \text{AA}1,2$ presentó una mayor altura con respecto a los restantes T, mientras que en el remanente el T NOF2 fue el que presentó una menor altura en comparación a los otros T, que fueron mayores e iguales entre sí. En la MS ofrecida ($P < 0,05$) el mayor % se observó en el T NOF4 y el menor en el T $\text{NOF2} + \text{AA}1,2$, siendo iguales los restantes T. En la MS remanente la mayor proporción ($P < 0,01$) se dio en los sistemas puramente pastoriles y los menores en los sistemas pastoriles con suplementación.

A pesar de las diferencias encontradas en la disponibilidad de forraje (ofrecido o remanente) según años, la utilización del forraje no presentó diferencias significativas en ninguno de los años de estudio, siendo el promedio de 51,1, 55,6 y 54,8% para los años 2013, 2014 y 2015, respectivamente. Sin embargo, en el año 2015 se puede observar una tendencia, en donde el T NOF4 presentó una menor utilización con respecto al T $\text{NOF2} + \text{AA}1,2$.

En resumen, las mayores disponibilidades y alturas de forraje encontradas en el T NOF4 se debieron a la menor carga animal que presentó este sistema de alimentación así como en los T suplementados, en donde el consumo de afrechillo de arroz determinó un menor consumo de la pastura, en comparación al T NOF2. Al igual que en los trabajos realizados en la región de Basalto, las principales diferencias en la pastura se debieron al efecto predominante de NOF ofrecidos, teniendo el agregado de suplemento un menor efecto relativo.

La proporción de RS, MV y composición botánica -en base al MV- de la pastura se presenta en el Cuadro 14 y en el Anexo 7 para los promedios de cada T evaluado según año.

Cuadro 14. Composición botánica del forraje ofrecido y remanente en cada año de estudio.

	Año 2013		Año 2014		Año 2015	
	Ofrecido	Rechazo	Ofrecido	Rechazo	Ofrecido	Rechazo
Restos secos	1,8	25,6	4,0	46,5	14,8	64,6
Material verde (MV)	98,2	74,4	96,0	53,5	85,2	35,4
*Raigrás hoja	51,7	50,1	41,3	51,6	9,9	2,3
*Raigrás tallo	13,9	14,9	1,6	0,0	5,0	7,9
*Avena hoja	19,2	20,6	48,6	47,9	48,7	6,8
*Avena tallo	15,3	14,6	8,3	0,6	29,4	64,7
*Otras gramíneas	0,0	0,0	0,2	0,0	1,2	3,4
*Leguminosas	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0
*Malezas	0,0	0,0	0,1	0,0	4,9	15,0

Nota: RS: restos secos. MV: material verde. * En base a MV.

La composición botánica del forraje ofrecido y remanente no presentaron diferencias significativas debidas a los tratamientos aplicados en ninguno de los años evaluados.

La proporción de RS no presentó diferencias significativas en los diferentes T en ninguno de los años evaluados, siendo en general relativamente baja, con valores un poco mayores en el año 2015. El MV tampoco mostró diferencias estadísticas entre T y la composición botánica en base a esta fracción estuvo compuesta principalmente en los años 2013 y 2014 por raigrás y en el año 2015 por avena. La proporción de otras gramíneas, leguminosas y malezas fue muy baja, con excepción del forraje remanente del año 2015 que presentó un 15% de malezas.

La información presentada muestra claramente como los animales seleccionan los componentes de la pastura accesible y de mayor valor nutricional, principalmente las fracciones MV y dentro de esta las hojas de las gramíneas (Montossi *et al.*, 2000). Esta tendencia se observa más claramente en el año 2015.

El promedio de los parámetros evaluados para la calidad nutricional del forraje ofrecido de los años 2013, 2014 y 2015 y del forraje remanente de los años 2013 y 2015 se presentan en el Cuadro 15 y en el Anexo 6 se presenta el valor promedio según T en cada año de estudio.

Cuadro 15. Valor nutritivo del forraje ofrecido y remanente en cada año de estudio en la Unidad Experimental "La Magnolia".

%	Año 2013		Año 2014	Año 2015	
	Ofrecido	Remanente	Ofrecido	Ofrecido	Remanente
DIG	s/d	s/d	67,4	65,2	37,8
PC	13,7	11,6	15,5	20,2	12,2
FDA	24,9	32,7	26,3	26,3	41,7
FDN	45,2	50,1	48,1	50,3	69,0
C	10,8	13,5	7,4	9,4	12,2

Nota: DIG: digestibilidad de la materia orgánica. PC: proteína cruda. FDA: fibra detergente ácida. FDN: fibra detergente neutra. s/d: sin dato. C: Ceniza.

Los parámetros evaluados en la calidad del forraje no presentaron diferencias significativas según T en ninguno de los años de estudio. A excepción de la proporción de C del forraje ofrecido en el año 2015 ($P < 0,05$), que fue superior en el T NOF2 (9,8%), seguido por los T NOF4 y NOF2 + AA0,6 (9,1 y 9,2%, respectivamente) y con el menor contenido en NOF2 + AA1,2 (8,1%) y la FDA del forraje remanente de este mismo año que presentó el mayor contenido en el T NOF2 (44,1%) y el menor en el T NOF4 (39,6%), comportándose de manera similar a los T anteriores, los tratamientos suplementados (41,3% NOF2 + AA0,6 y 42,9% NOF2 + AA1,2).

Los resultados de digestibilidad de la materia orgánica se encontró que tuvieron un valor promedio de 66%, coincidiendo con los datos publicados por García (2003) sobre ver-

deos mezcla de avena y raigrás. En la PC, los valores promedios fueron menores a los reportados por este autor, que establece un rango de 20-25% durante el invierno y de 15-20% en la primavera.

Los mayores resultados obtenidos en los valores de FDA, FDN y C y los menores valores de PC en la pastura remanente, con respecto a la ofrecida, se asocian a las diferentes proporciones en la composición botánica entre la pastura ofrecida y remanente, lo cual marca la selección que ejercen los animales en pastoreo por los componentes de la pasturas de mayor accesibilidad y calidad (Montossi *et al.*, 2000).

En el Cuadro 16 se presentan los parámetros de valor nutritivo del afrechillo de arroz suministrado en cada año de estudio.

Cuadro 16. Valor nutritivo del suplemento ofrecido en cada año de estudio.

%	2013	2014	2015
DIG	69,5	69,5	69,5
PC	14,5	20,1	17,3
FDA	8,8	13,5	11,1
FDN	25,6	34,6	30,3
C	9,4	13,8	11,6

Nota: DIG: digestibilidad de la materia orgánica. PC: proteína cruda. FDA: fibra detergente ácida. FDN: fibra detergente neutra. C: cenizas.

Los valores encontrados en el afrechillo de arroz utilizado en estos estudios determinaron algunas variaciones con los resultados reportados por Mieres *et al.* (2004), en donde se reportaron digestibilidades mayores a 89,2% en promedio y contenidos de PC menores de 15,2%. Se destacan las importantes variaciones interanuales para los diferentes componentes del valor nutricional del suplemento evaluado, particularmente PC y FDN.

2.2. Resultados en los animales

2.2.1. Conducta animal

En el Cuadro 17 se presentan los resultados de conducta animal determinados durante el periodo de evaluación de los años 2013 y 2015 y la tasa de bocado (bocados/minuto) según sistema de alimentación.

Cuadro 17. Actividades comportamentales y tasa de bocado según tratamiento en los años 2013 y 2015.

	Año 2013				P valor
	NOF2	NOF4	NOF2 + AA0,8		
Pastoreo (%)	41,8 b	52,8 a	33,3 c		**
Rumia (%)	18,2 a	16,9 a	6,7 b		**
Caminar (%)	2,1	1,8	0,5		ns
Descanso (%)	36,9 b	26,9 c	47,2 a		**
Suplemento (%)	-	-	11,0		-
Agua (%)	1,0	1,5	1,3		ns
TB (bocados/minutos)	36,5 b	42,4 a	34,8 b		*
	Año 2015				P valor
	NOF2	NOF4	NOF2 + AA0,6	NOF2 + AA1,2	
Pastoreo (%)	70,4 a	61,2 b	54,9 b	54,6 b	**
Rumia (%)	11,0 ab	10,2 ab	14,1 a	7,5 b	**
Caminar (%)	1,9	3,1	3,3	2,8	ns
Descanso (%)	15,5 b	24,6 a	26,6 b	22,7 b	**
Suplemento (%)	-	-	4,7 b	10,2 a	**
Agua (%)	0,9 ab	0,9 ab	0,5 b	2,1 a	**
Sal (%)	0,2	0	0	0,1	ns
TB (bocados/minutos)	30,1	27,6	28,4	26,8	ns

Nota: NOF: nivel de oferta de forraje; AA: afrechillo de arroz; 2, 4, 0,6, 0,8 1,2% PV. TB: tasa de bocado. -: no corresponde. a y b: medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes. *: $P < 0,05$. **: $P < 0,01$. ns: no significativo.

La principal actividad realizada por los animales fue la de pastoreo, presentando diferencias en el tiempo dedicado al mismo ($P < 0,01$) según cada T. Durante el año 2013, el T que le dedicó mayor tiempo a esta actividad fue el NOF4, seguido por el NOF2 y por último los T suplementados. Durante el año 2015, las diferencias fueron observadas entre el T NOF2 y los restantes T, siendo inferior en estos últimos, demostrando que durante esta experiencia el consumo de suplemento contribuye a cubrir las necesidades alimenticias del animal, disminuyendo en algunos casos el consumo de pasturas de alta calidad (Elizalde, 2003) y bajando los costos energéticos que genera la actividad de pastoreo (Nicol y Brookes, 2007), con el posible efecto positivo de promover una mayor ganancia de peso.

El tiempo dedicado a la actividad de rumia y descanso entre T presentó diferencias muy significativas ($P < 0,01$) en ambos años. Como era de esperar, el tiempo dedicado a la rumia fue mayor en los T exclusivamente pastoriles, en comparación a los suplemen-

tados. El descanso presentó diferentes respuestas según el año de evaluación. En el año 2013, el T que dedicó el menor tiempo a la actividad de descanso fue el que tuvo consumo de suplemento, seguido por los T exclusivamente pastoriles (NOF2 y NOF4), debiéndose posiblemente al mayor consumo de materia seca y energía en el primer caso. Por el contrario, durante el año 2015, el T que dedicó mayor tiempo al descanso fue el NOF4, seguido por los restantes T, sin presentar diferencias significativas entre ellos.

Los diferentes niveles de asignación de afrechillo asignados durante el año 2015, generaron diferencias en el tiempo de consumo del mismo, siendo mayor cuando la cantidad ofrecida aumentaba. En el consumo de agua durante 2013 no se encontraron diferencias entre T, mientras que en el año 2015, el T con mayor consumo de bebida de agua ($P < 0,01$) fue el de mayor nivel de suplementación y el menor el de menor nivel de afrechillo, siendo similar a todos los T los sistemas exclusivamente pastoriles. En

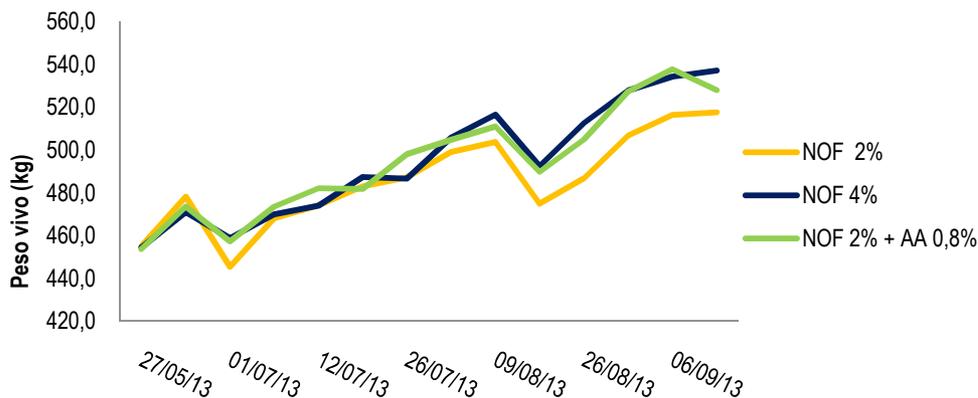
la actividad de caminata no se observaron diferencias en ningún año de estudio.

Siguiendo el mismo comportamiento que el tiempo dedicado a la actividad de pastoreo, la tasa de bocado se vio afectada por el sistema de alimentación durante el año 2013 ($P < 0,05$), siendo mayor en el T NOF4, seguido por el T NOF2 y el T suplementado. Durante 2015, no

se encontraron diferencias estadísticas en esta variable entre los sistemas de alimentación.

2.2.2. Evolución y ganancia de peso vivo

Las evoluciones del PV durante el periodo experimental de los años 2013, 2014 y 2015 se presentan en las Figuras 9, 10 y 11, respectivamente.

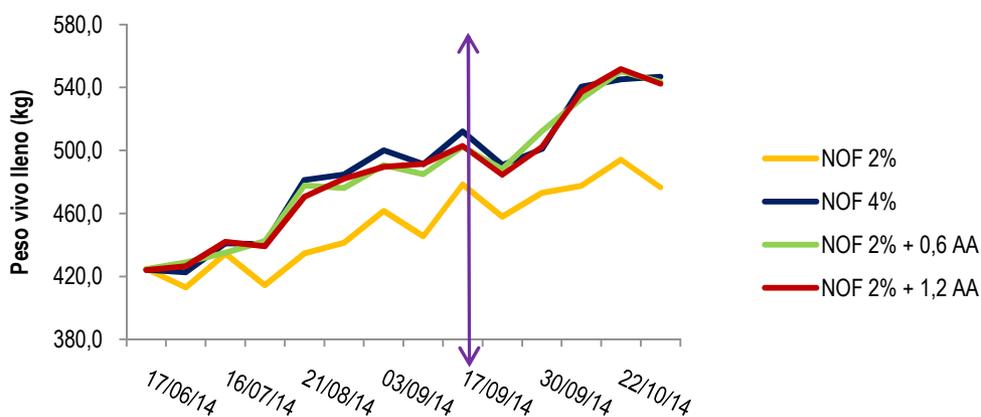


Nota: NOF: nivel de oferta de forraje; AA: afrechillo de arroz; 2, 4, 0,8% PV.

Figura 9. Evolución del peso vivo durante el año 2013.

En el año 2013, el peso inicial promedio del total de vacas fue de 454,4 kg. A pesar que durante este año no se encontraron diferencias en el PV entre los T evaluados, se pue-

de observar que el T NOF2 mostró menores pesos que los restantes T a partir de la mitad del periodo de engorde hasta el momento de faena.

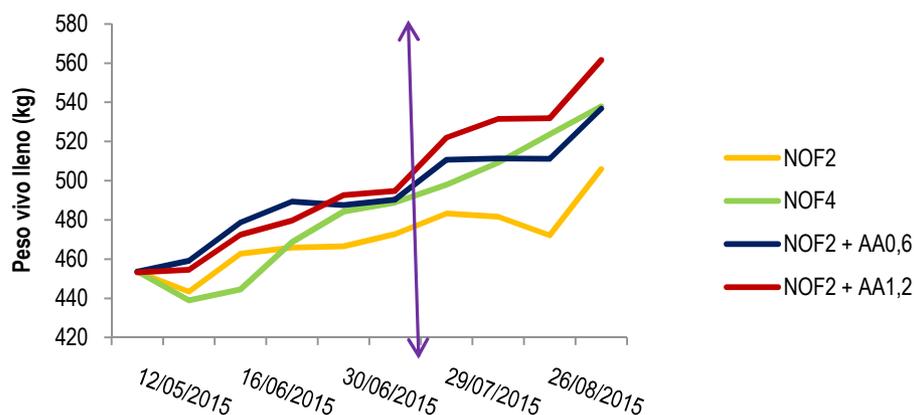


Nota: NOF: nivel de oferta de forraje; AA: afrechillo de arroz; 2, 4, 0,6, 1,2% PV.

Figura 10. Evolución del peso vivo durante el año 2014.

En el año 2014, el peso inicial fue similar entre T con un promedio de 424,5 kg. Desde el inicio del periodo de engorde se visualizaron menores pesos entre el T NOF2

y los restantes T, comenzando a ser estadísticamente diferentes ($P < 0,05$) (indicado por la flecha) a partir del mes de setiembre.



Nota: NOF: nivel de oferta de forraje; AA: afrechillo de arroz; 2, 4, 0,6, 1,2% PV.

Figura 11. Evolución del peso vivo durante el año 2015.

Al inicio del periodo de engorde durante el año 2015 los pesos promedios iniciales fueron similares entre T, con un promedio de 453,5 kg, generándose diferencias significativas ($P < 0,05$) hacia la mitad del es-

tudio (indicado por la flecha), destacándose al final del periodo de evaluación el T NOF2 + AA1,2, con un peso mayor e igual a los T NOF4 y NOF2 + AA0,6 y el menor peso correspondió a NOF2.

Cuadro 18. Peso vivo y ganancia de peso durante los años 2013, 2014 y 2015

	Año 2013				P valor
	NOF2	NOF4	NOF2 + AA0,8		
PVLI inicial (kg)	455,0	454,4	453,7		ns
PVLI final (kg)	517,6	537,1	528,0		ns
PVV inicial (kg)	446,9	447,9	444,0		ns
PVV final (kg)	485,0	491,5	500,5		ns
GPVLI (kg/a/d)	0,56	0,74	0,60		ns
GPVV (kg/a/d)	0,27	0,42	0,33		ns
	Año 2014				P valor
	NOF2	NOF4	NOF2 + AA0,6	NOF2 + AA1,2	
PVLI inicial (kg)	424,8	424,3	424,6	424,1	ns
PVLI final (kg)	476,6 b	546,9 a	543,5 a	542,3 a	**
PVV inicial (kg)	412,0	411,1	412,4	408,7	ns
PVV final (kg)	481,9 b	536,2 a	542,0 a	542,1 a	**
GPVLI (kg/a/d)	0,35 b	0,89 a	0,87 a	0,86 a	**
GPVV (kg/a/d)	0,48 b	0,91 a	0,95 a	0,98 a	**
	Año 2015				P valor
	NOF2	NOF4	NOF2 + AA0,6	NOF2 + AA1,2	
PVLI inicial (kg)	453,5	453,7	453,6	453,3	ns
PVLI final (kg)	505,9 b	537,9 ab	536,7 ab	561,6 a	**
PVV inicial (kg)	452,2	438,6	454,0	436,0	ns
PVV final (kg)	483,7 b	523,1 ab	539,6 a	539,4 a	*
GPVLI (kg/a/d)	0,43 c	0,70 b	0,70 b	0,90 a	**
GPVV (kg/a/d)	0,26 b	0,69 a	0,70 a	0,85 a	**

Nota: NOF: nivel de oferta de forraje; AA: afrechillo de arroz; 2, 4, 0,6, 1,2% PV. a, b y c: medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes. *: $P < 0,05$. **: $P < 0,01$. ns: no significativo.

Los principales resultados obtenidos en la respuesta animal durante el periodo de engorde para los años 2013, 2014 y 2015 se presentan en el Cuadro 18.

En ninguno de los años de estudio los pesos iniciales (llenos o vacíos) presentaron diferencias entre T. A diferencia de los años 2014 y 2015 en donde los sistemas de alimentación tuvieron efecto en el peso vivo final ($P < 0,01$), en el primer año de evaluación los pesos finales y las ganancias de peso vivo fueron similares entre T, siendo estos a su vez menores a la de estos años. Estos resultados pueden deberse a las mayores precipitaciones ocurridas durante 2013, afectando la actividad de pastoreo y al aumento de los costos de mantenimiento que generan las inclemencias climáticas (Di Marco, 2006). En general, durante los años 2014 y 2015, las principales diferencias ($P < 0,01$) en la respuesta animal se dieron entre el T de alta carga sin asignación de suplemento (NOF2) y los restantes T. Las ganancias obtenidas durante estos años fueron similares a las obtenidas en los estudios llevados a cabo en la región del Basalto, estando la de los T con mayor de NOF o con asignación de

suplemento en un rango de 0,96 y 1,14 kg/a/d y las del NOF2 entre 0,46 y 0,52 kg/a/d. A su vez, estos resultados concuerdan con los obtenidos en experiencias internacionales con vacas de descarte a pastoreo y suplementación (Restle *et al.*, 2000, 2001; Coppo *et al.*, 2003; Coppo y Mussart, 2006; Peralta *et al.*, 2013).

Estos resultados confirman que al igual que en la categoría de novillos, los mayores niveles de asignación de forraje y el agregado de suplemento en sistemas restrictivos de pasturas permiten aumentar las ganancias individuales de peso vivo y/o la carga animal del sistema productivo (Luzardo *et al.*, 2014), mejorando la eficiencia en el uso de las pasturas (Fernandez y Mieres, 2005).

2.2.3. Producción de peso vivo por unidad de superficie y eficiencia de conversión.

En el Cuadro 19 se presenta la producción de peso vivo por unidad de superficie (kg/ha) y la eficiencia de conversión (EC, kg consumido/kg de peso vivo) para cada T en los años de estudio.

Cuadro 19. Producción de peso vivo por unidad de superficie y eficiencia de conversión durante los años 2013, 2014 y 2015.

	Año 2013				P valor
	NOF2	NOF4	NOF2 + AA0,8		
Superficie ocupada (ha)	4,8	7,6	4,5		-
UG380/ha	2,8	1,7	2,8		-
Vacas/ha	2,2	1,3	2,2		-
Consumo de afrechillo por día (kg/vaca/día)	-	-	3,8		-
Producción PV/ha (kg/ha)	132,6	110,0	169,0		ns
EC (kg suplemento/kg ganados)	-	-	36,7		-
	Año 2014				P valor
	NOF2	NOF4	NOF2 + AA0,6	NOF2 + AA1,2	
Superficie ocupada (ha)	4,9	8,5	4,7	5,0	-
UG380/ha	2,4	1,5	2,7	2,6	-
Vacas/ha	2,0	1,2	2,1	2,1	-
Consumo de afrechillo por día (kg/vaca/día)	-	-	2,9	5,8	-
Producción PV/ha (kg/ha)	85,4 b	146,0 b	247,7 a	241,2 a	**
EC (kg suplemento/kg ganados)	-	-	5,7 b	11,4 a	**
	Año 2015				P valor
	NOF2	NOF4	NOF2 + AA0,6	NOF2 + AA1,2	
Superficie ocupada (ha)	4,0	7,1	4,0	3,5	-
UG380/ha	3,2	1,9	3,3	4,0	-
Vacas/ha	2,5	1,4	2,5	3,0	-
Consumo de afrechillo por día (kg/vaca/día)	-	-	2,9	6,0	-
Producción PV/ha (kg/ha)	132,3 c	118,8 c	209,8 b	314,8 a	**
EC (kg suplemento/kg ganados)	-	-	11,7 b	13,2 a	**

Nota: NOF: nivel de oferta de forraje; AA: afrechillo de arroz; 2, 4, 0,6, 0,8 y 1,2% PV. UG: Unidades ganaderas. EC: eficiencia de conversión.-: no corresponde. a, b y c = medias con letras diferentes entre columnas son de 380kg/ha significativamente diferentes. ** = P<0,01. ns = no significativo.

En los T donde se asignó la misma oferta de forraje (2% PV), independiente de la asignación de suplemento o no, el área ocupada fue similar entre sí para los años de evaluación. De esta misma forma, el T NOF4 ocupó aproximadamente el doble de superficie. Estos resultados generaron que la carga animal sea similar entre T con igual NOF y superior en el caso del T NOF4. Al igual que en los estudios realizados sobre suelos de Basalto, no se registraron rechazos en el consumo de afrechillo de arroz bajo estas asignaciones de suplemento, siendo superior el consumo cuando el ofrecimiento del mismo era mayor.

Las similares ganancias de peso obtenidas en el año 2013, determinaron que no existieran diferencias en la producción de peso

vivo por unidad de superficie (kgPV/ha) y que la EC durante esta experiencia se encuentre en valores biológicamente ineficientes y que ponen en duda la aplicación rentable de esta tecnología. En tanto, las diferencias obtenidas durante 2014 y 2015 establecieron que las productividades fueron superiores (P<0,01) en los T con asignación de suplemento en comparación a los exclusivamente pastoriles. Durante el año 2014, la producción por unidad de superficie en los T suplementados fue en promedio un 186% superior y la EC mejoró con respecto al año anterior, con una buena eficiencia biológica cuando se asignó un nivel de afrechillo del 0,6% PV. En el año 2015, los T pastoriles se comportaron de manera similar e inferiores a los suplementados y dentro de estos últimos

el T con un mayor nivel de suplemento (1,2 %PV) fue ampliamente superior al de menor asignación (0,6 %PV), siendo en promedio un 138% y un 59% superior a los sistemas pastoriles, respectivamente. Las EC mostraron diferencias entre T, a favor del T NOF2 + AA0,6.

En general, la información proveniente de pasturas –de ofrecido y remanente- (disponibilidad, altura, composición botánica, valor nutricional, % de utilización), la conducta animal y el consumo de suplemento, demuestran que los niveles de alimentación y consumo (y en particular energía) fue superior para el tratamiento NOF4 en comparación con el trata-

miento NOF2, influyendo positivamente en la productividad por individuo, y que el agregado de suplemento a una mayor carga animal (NOF2) mejora la nutrición animal permitiendo equiparar estos tratamientos suplementados a la productividad del T NOF4.

2.3. Resultados en la canal

2.3.1. Características de la canal *in vivo*

En el Cuadro 20 se presentan los resultados estimados por ultrasonografía en la canal *in vivo* (AOB, EGS, P8 y GIM), al inicio y al final del periodo de estudio en cada año de realización de los experimentos.

Cuadro 20. Medidas registradas por ultrasonografía en el animal *in vivo* según tratamiento durante los años 2013, 2014 y 2015.

	Año 2013				P valor
	NOF2	NOF4	NOF2 + AA0,8		
AOB (cm²) inicial	52,4	51,3	54,4		ns
AOB (cm²) final	63,9	66,1	68,1		ns
EGS (mm) inicial	2,6	2,2	2,7		ns
EGS (mm) final	5,1	6,9	9,5		ns
P8 (mm) inicial	2,7	2,8	4,4		ns
P8 (mm) final	10,3	11,6	15,6		ns
GIM (%) inicial	2,8	2,7	2,7		ns
GIM (%) final	2,9	3,0	2,9		ns
	Año 2014				P valor
	NOF2	NOF4	NOF2 + AA0,6	NOF2 + AA1,2	
AOB (cm²) inicial	44,8	40,1	44,7	45,4	ns
AOB (cm²) final	60,9	62,2	63,8	64,5	ns
EGS (mm) inicial	2,5	2,1	1,7	2,2	ns
EGS (mm) final	5,6	8,6	9,3	8,9	ns
P8 (mm) inicial	3,2	2,4	2,0	2,8	ns
P8 (mm) final	8,5	12,5	13,2	13,0	ns
GIM (%) inicial	2,3	2,3	2,4	2,3	ns
GIM (%) final	2,7	2,9	2,8	2,9	ns
	Año 2015				P valor
	NOF2	NOF4	NOF2 + AA0,6	NOF2 + AA1,2	
AOB (cm²) inicial	48,2	46,1	51,1	50,3	ns
AOB (cm²) final	62,2	60,5	66,8	66,7	ns
EGS (mm) inicial	2,0	1,8	2,0	1,8	ns
EGS (mm) final	4,5 b	6,8 ab	8,4 a	7,6 a	*
P8 (mm) inicial	1,9	1,9	2,0	2,0	ns
P8 (mm) final	5,6 b	11,3 a	12,1 a	13,1 a	*
GIM (%) inicial	2,4	2,1	2,4	2,2	ns
GIM (%) final	3,8 b	4,6 a	4,7 a	4,7 a	*

Nota: NOF: nivel de oferta de forraje. AA: afrechillo de arroz. 2, 4, 0,6, 0,8 y 1,2% PV. AOB: área de ojo de bife. EGS: espesor de grasa subcutánea. P8: espesor de grasa a nivel del cuadril GIM: grasa intramuscular. a y b: letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes. * P <0,05. ns: no significativo.

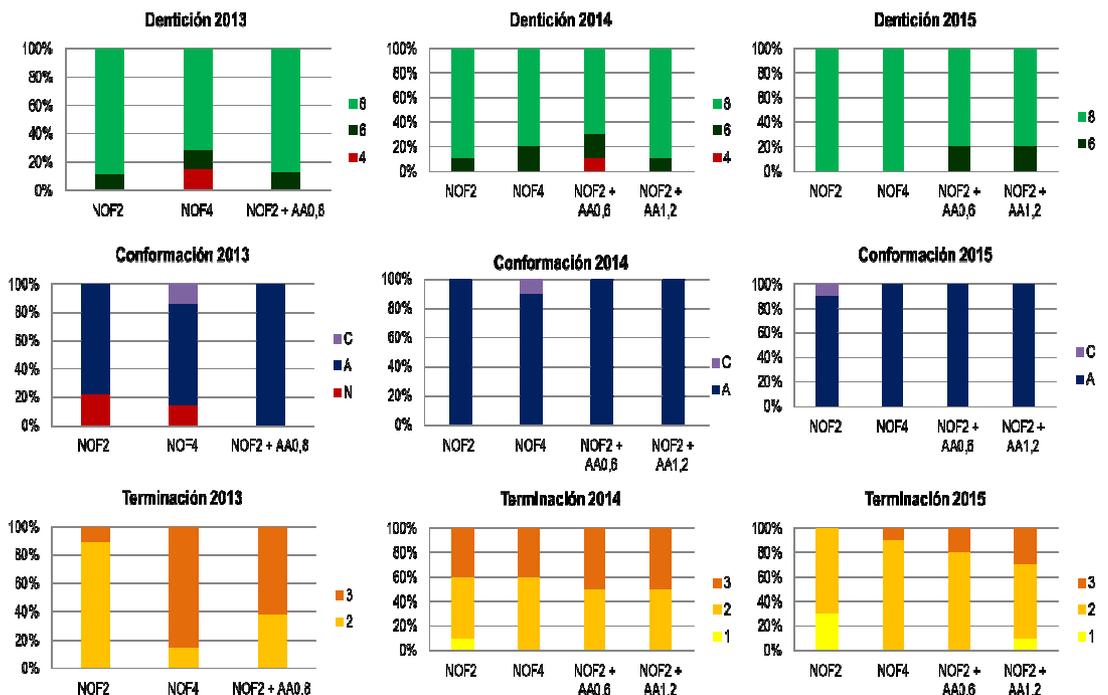
En los años que fueron llevados los experimentos, las variables determinadas por ultrasonografía para la evaluación de la canal *in vivo* no presentaron diferencias significativas entre T al inicio de cada estudio. Al final del periodo de engorde, únicamente durante el año 2015 todas las variables, a excepción del AOB, fueron afectadas ($P < 0,05$) por el sistema de alimentación. En este año, las canales más engrasadas, según el EGS, P8 y GIM, fueron la de los T con mayor NOF y agregado de suplemento, con respecto al T NOF2, que fue menor, correspondiendo estos resultados a lo establecido por Áviliz (2006) y presentando la misma respuesta que los estudios presentados anteriormente en la región de Basalto con vacas de descarte de la raza Hereford.

A diferencia de otros estudios en vacas (Stelzleni *et al.*, 2007), en novillos en activo crecimiento (Realini *et al.*, 2004) y en experimen-

tos realizados en la región de Basalto -en donde el mayor nivel energético de la dieta determinó mayores AOB-, durante esta experiencia el sistema de alimentación no presentó influencia en esta variable. Sin embargo, la cantidad y calidad del forraje durante la etapa de terminación presentan un efecto mayor sobre el grado de engrasamiento del animal (Di Marco, 1993), como fue determinado durante el experimento llevado a cabo durante el año 2015.

2.3.2. Características de la canal *post mortem*

En la Figura 12 se presentan los resultados obtenidos según el sistema de tipificación de INAC (1997) para los años 2013, 2014 y 2015, como forma de definir las canales según diferentes características y clasificarlas según las exigencias de cada mercado en particular.



Nota: NOF: nivel de oferta de forraje; AA: afrechillo de arroz; 2, 4, 0,6, 0,8, 1,2 % PV.

Figura 12. Dentición, conformación y terminación según INAC por tratamiento para cada año de estudio.

La mayor proporción de las vacas faenadas presentaron dentición completa, con grados de conformación A (aceptables por parte de la industria exportadora), siendo muy baja la proporción de canales con clasificación C y N. En los grados de terminación, durante el año 2013, se observó una gran proporción de canales con un grado excesivo de cobertura grasa (categoría 3) principalmente en

los T NOF4 y NOF2 + AA0,8; en cambio en los años 2014 y 2015, la proporción de canales con un grado 3 de terminación disminuyó, aumentando la proporción de canales con grados aceptables de 2.

En el Cuadro 21 se presentan los promedios de las medidas morfométricas medidas (LC, PP, LP) en la canal para cada T y año de estudio.

Cuadro 21. Medidas morfométricas según tratamiento en los años 2013, 2014 y 2015 en La Unidad Experimental "La Magnolia".

	Año 2013				P valor
	NOF2	NOF4	NOF2 + AA0,8		
Largo de canal (cm)	141,9	141,1	140,1		ns
Perímetro de pierna (cm)	107,6	107,2	107,1		ns
Largo de pierna (cm)	76,8	72,7	74,5		ns
	Año 2014				P valor
	NOF2	NOF4	NOF2 + AA0,6	NOF2 + AA1,2	
Largo de canal (cm)	160,3	161,0	161,3	162,1	ns
Perímetro de pierna (cm)	106,4 b	107,3 ab	110, a	110,2 a	*
Largo de pierna (cm)	76,0	76,0	77,2	77,1	ns
	Año 2015				P valor
	NOF2	NOF4	NOF2 + AA0,6	NOF2 + AA1,2	
Largo de canal (cm)	156,6 b	159,1 ab	159,2 a	158,0 ab	*
Perímetro de pierna (cm)	108,2	107,8	109,2	110,7	ns
Largo de pierna (cm)	75,9	76,1	76,1	76,8	ns

Nota: NOF: nivel de oferta de forraje; AA: afrechillo de arroz; 2, 4, 0,6, 0,8 y 1,2% PV. a y b: medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes. *: P<0,05. ns: no significativo.

Durante el año 2013, las medidas realizadas en la canal no se vieron afectadas por el sistema de alimentación. En el año 2014, la única variable afectada fue el perímetro de pierna (P<0,05) y en el año 2015 el largo de canal (P<0,05), siendo menores en ambos casos para el T NOF2, en comparación al resto de los T.

Los promedios para cada T de peso de canal caliente (PCC), enfiada (PCE) y sus respectivas medias canales y el rendimiento carnicero con respecto al peso vivo lleno (PVLl) y vacío (PVv) en cada año de estudio se presentan en el Cuadro 22.

Cuadro 22. Peso de canal caliente, enfriada y rendimiento carnicero promedio según tratamiento en los años 2013, 2014 y 2015 en la Unidad Experimental "La Magnolia".

	Año 2013				P valor
	NOF2	NOF4	NOF2 + AA0,8		
PCC derecha (kg)	127,9	126,3	129,1		ns
PCC izquierda (kg)	130,4	126,9	129,7		ns
PCC (kg)	258,3	253,2	258,8		ns
PCE derecha (kg)	123,9	122,3	125,0		ns
PCE izquierda (kg)	126,4	123,3	126,2		ns
PCE (kg)	250,3	245,6	251,1		ns
Rendimiento PVLI (%)	48,8	48,2	50,1		ns
Rendimiento PVV (%)	52,0	51,7	52,7		ns
	Año 2014				P valor
	NOF2	NOF4	NOF2 + AA0,6	NOF2 + AA1,2	
PCC derecha (kg)	118,0 b	128,5 a	134,2 a	133,9 a	*
PCC izquierda (kg)	120,5 b	130,4 ab	137,4 a	136,2 a	*
PCC (kg)	238,5 b	258,8 ab	271,2 a	270,1 a	**
PCE derecha (kg)	115,0 b	125,4 b	130,9 a	130,3 a	**
PCE izquierda (kg)	117,7 b	127,4 ab	134,4 a	132,7 a	*
PCE (kg)	232,7 b	252,7 ab	265,2 a	263,0 a	*
Rendimiento PVLI (%)	50,2	47,4	50,0	49,8	ns
Rendimiento PVV (%)	49,5	48,3	50,1	49,8	ns
	Año 2015				P valor
	NOF2	NOF4	NOF2 + AA0,6	NOF2 + AA1,2	
PCC (kg)	242,4	257,9	264,7	270,9	ns
PCE derecha (kg)	120,0 b	127,7 ab	131,8 ab	134,6 a	*
PCE izquierda (kg)	119,9	127,4	130,7	133,7	ns
PCE (kg)	230,2 b	242,6 ab	254,6 a	245,9 ab	*
Rendimiento PVLI (%)	47,4	47,4	48,9	47,8	ns
Rendimiento PVV (%)	50,6	50,4	51,7	50,8	ns

Nota: NOF: nivel de oferta de forraje; AA: afrechillo de arroz; 2, 4, 0,6, 0,8, 1,2% PV. PCC: peso de canal caliente. PCE: peso de canal enfriada. PVLI: peso vivo lleno. PVV: peso vivo vacío a, b y c: medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes. *: P<0,05. **: P<0,01. Ns: no significativo.

Debido a que el peso de la canal se encuentra altamente relacionado al peso vivo del animal al momento de la faena (Berg y Butterfield, 1979), la falta de diferencias en los promedios del peso de la canal entre los T evaluados durante el año 2013 eran los esperables, ya que los pesos de faena fueron similares entre estos animales. En los años 2014 y 2015 se encontraron diferencias signi-

ficativas en el PCC (P<0,05) y PCE (P<0,01 y P<0,05, para 2014 y 2015, respectivamente) entre T, siendo superiores dichos pesos en los T con agregado de suplemento o mayor NOF, con respecto al NOF2. Sin embargo, las diferencias encontradas desaparecieron cuando estas variables son corregidas por el PV final, determinando el efecto preponderante del PV en la respuesta obtenida. En

cuanto al rendimiento carnicero no se encontraron diferencias entre las diferentes estrategias de alimentación.

Las proporciones de la canal caliente según peso, según T y para cada año de estudio, se muestran en la Figura 13.

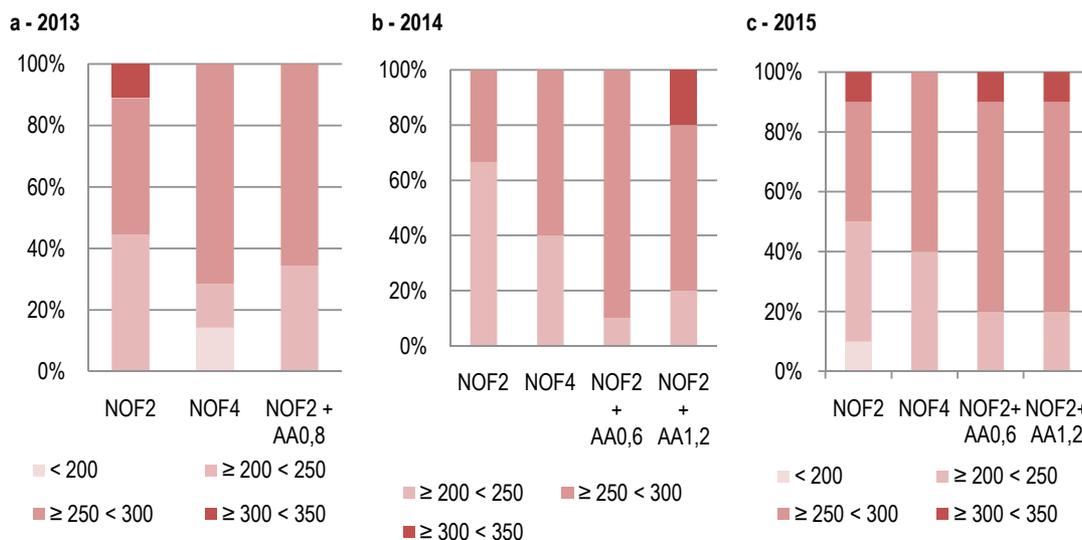


Figura 13. Proporción de canales según peso para el año 2013 (a), 2014 (b) y 2015 (c).

Durante los tres años de evaluación, la mayor proporción de canales con pesos altos de canal se obtuvieron en las vacas que consumieron suplemento (NOF2 + AA0,6, NOF2 + AA0,8, NOF2 + AA1,2), en comparación a los T puramente pastoriles, correspondiendo estos resultados a los pesos de faena obtenidos durante cada año en cada T.

En el Cuadro 23 se muestra el promedio del

peso del corte pistola, el Rump & Loin (RL), la suma los principales cortes del pistola (RL, nalga de adentro, de afuera, bola de lomo y colita de cuadril) y el peso del recorte de grasa por T. Al igual que en los trabajos anteriores, los umbrales utilizados para el lomo y el cuadril fueron de 1,8 kg y 3,5 kg, respectivamente. En el Anexo 8 se presentan los pesos promedios según T de los restantes cortes, para cada año.

Cuadro 23. Peso del corte pistola y los cortes que surgen del mismo para cada tratamiento durante los años 2013, 2014 y 2015.

Cortes (kg)	Año 2013				P valor
	NOF2	NOF4	NOF2 + AA0,8		
Pistola	59,8	57,7	58,1		ns
Suma de cortes de valor	34,1	32,9	33,6		ns
Rump & Loin	12,2	12,3	12,8		ns
Lomo	2,1	2,0	1,9		ns
Bife	4,6	4,6	5,1		ns
Cuadril	5,5	5,6	5,8		ns
Grasa	3,6	4,4	3,5		ns
Cortes (kg)	Año 2014				P valor
	NOF2	NOF4	NOF2 + AA0,6	NOF2 + AA1,2	
Pistola	60,8 b	66,1 ab	68,5 a	68,1 a	*
Suma de cortes de valor	32,0 b	34,0 ab	35,6 a	35,2 a	*
Rump & Loin	11,8 b	12,9 ab	13,6 a	14,0 a	*
Lomo	2,0	2,1	2,2	2,1	ns
Bife	4,6	5,3	5,3	5,6	ns
Cuadril	5,2 b	5,6 ab	6,0 a	6,2 a	*
Grasa	4,1 b	6,0 a	5,9 a	6,1 a	*
Cortes (kg)	Año 2015				P valor
	NOF2	NOF4	NOF2 + AA0,6	NOF2 + AA1,2	
Pistola	65,7	65,8	68,0	69,3	ns
Suma de cortes de valor	32,3	32,5	34,1	34,3	ns
Rump & Loin	11,5	12,1	12,8	12,9	ns
Lomo	1,9	1,7	1,9	1,9	ns
Bife	4,3 b	4,9 ab	5,1 a	5,2 a	*
Cuadril	5,4	5,5	5,7	5,9	ns
Grasa	2,5b	3,4a	3,5 a	3,9 a	**

Nota: NOF: nivel de oferta de forraje; AA: afrechillo de arroz; 2, 4, 0,6, 1,2% PV. Rump & Loin = suma de lomo bife y cuadril. Suma de cortes de valor = suma de Rump & Loin, nalga de adentro, de afuera, bola de lomo y colita de cuadril. a y b = medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes. ** = P<0,01. * = P<0,05. ns = no significativo.

Como consecuencia de las similitudes entre los PV y los pesos de canal encontrados durante el año 2013, en el peso del corte pistola y los pesos de los cortes que surgen del mismo, no se encontraron diferencias significativas según los diferentes T.

Durante el año 2014 se encontraron diferencias estadísticamente significativas (P<0,05)

entre T para el peso del corte pistola, la suma de cortes de valor y el RL, siendo superior en los T suplementados e inferior en el T NOF2, mientras que el T NOF4 fue similar a todos los T. En los principales cortes de valor (lomo, bife y cuadril), el único que presentó diferencias estadísticas (P<0,05) según la dieta consumida fue el cuadril, teniendo el mismo comportamiento que el corte pistola

y la suma de cortes valiosos. Los menores recortes de grasa ($P < 0,05$) se dieron en el T NOF2, con respecto a los restantes T que fueron estadísticamente iguales.

En el año 2015, no se encontraron diferencias en el corte pistola ni en la suma de los principales cortes según los diferentes T. Sin embargo, en el peso del bife, existieron diferencias significativas ($P < 0,05$) entre T, siendo inferior el peso del mismo en el T NOF2, con respecto a los restantes T que fueron similares. Al igual que en el año anterior, los recortes de grasa presentaron diferencias ($P < 0,05$) según la dieta suministrada presentando también un menor recorte de grasa el T NOF2 en relación a los restantes T.

Durante todos los años y en todos los T, con excepción de NOF4 durante 2015, los promedios por T de los calibres requeridos por la industria para el lomo se encontraron por encima del valor crítico de 1,8 kg. Por su parte, el peso promedio del bife en cada T fue superior a 3,5 kg para todos los casos.

2.4. Resultados en la carne

2.4.1. Parámetros que determinan la calidad de la carne

A las 48 horas posteriores a la faena fue registrado en todas la canales el pH a nivel del músculo *Longissimus dorsi*, sin encontrarse diferencias significativas entre T en cada uno de los años de evaluación, ni valores superiores a 5,8 que determinarían problemas durante la conservación de la carne y/o en sus características físico químicas (Santini *et al.*, 2003). Los valores promedios fueron de 5,6 en el año 2013 y de 5,7 en los años 2014 y 2015.

En el Cuadro 24 se presentan los promedios de color de grasa (escala Aus-Meat, 2016) y de carne (L^* , a^* y b^*) para 2, 7, 14 y 21 días de maduración en los años 2013, 2014 y 2015. En el Anexo 9, se presentan los valores promedios según T para cada período de maduración en cada año de estudio.

Cuadro 24. Color de la carne y de la grasa durante los años 2013, 2014 y 2015.

	2013	2014	2015
Color de grasa	4,6	3,7	5,1
Color de la carne			
L* 2 días	32,0	33,1	32,9
L* 7 días	34,2	34,7	34,9
L* 14 días	35,9	35,2	35,4
L* 21 días	37,5	35,6	35,8
a* 2 días	20,5	17,8	17,1
a* 7 días	19,9	15,5	16,3
a* 14 días	20,8	16,8	18,4
a* 21 días	18,8	14,8	15,9
b* 2 días	9,5	8,3	8,2
b* 7 días	10,1	8,6	8,7
b* 14 días	10,9	9,2	9,5
b* 21 días	10,7	9,3	8,9

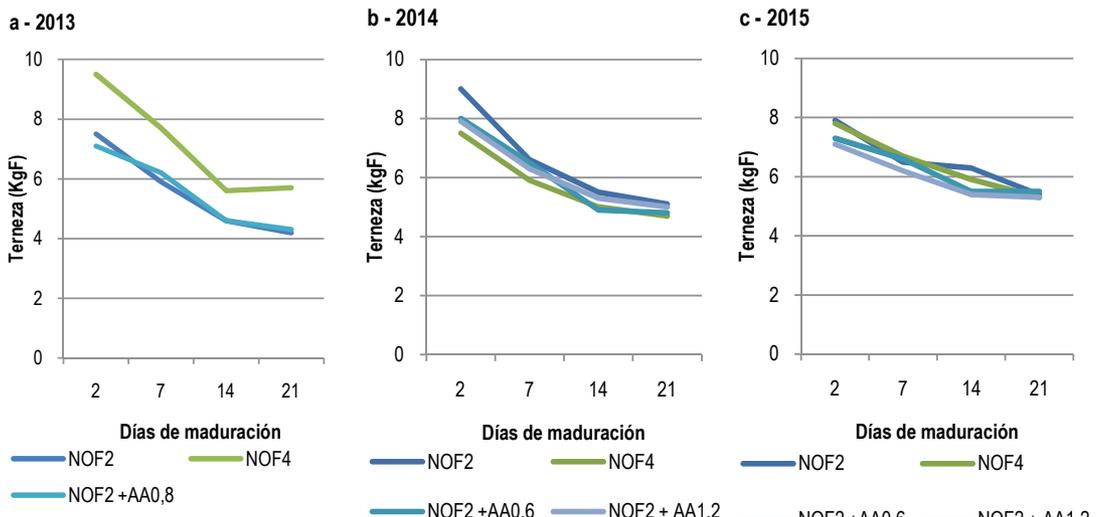
Nota: L*: luminosidad. a*: rojo. b*: amarillo. 2,7, 14 y 21 días: periodos de maduración.

Las variaciones en los niveles de energía de la dieta en los T evaluados no determinaron diferencias durante el año 2013 en el color de la grasa ni en los parámetros que definen el color de la carne. Durante el año 2014, el único parámetro que fue afectado ($P < 0,05$) por el T fue el b^* con 7 días de maduración, indicando coloraciones más amarillas en los T NOF4 y los T suplementados, en comparación al T NOF2. Sin embargo, estas diferencias desaparecieron a medida que la carne fue madurada por un mayor periodo de tiempo. En el año 2015, los parámetros que mostraron diferencias ($P < 0,05$) según los sistemas de alimentación fueron los a^* y b^* con 14 días de maduración, determinando coloraciones de rojo y amarillo mayores en los sistemas con suplementación, con respecto a los exclusivamente pastoriles. Con 21 días de maduración, dichas diferencias desaparecieron. En todos los casos, el tiempo de maduración determinó que la carne tomara

colores con mayores valores de L^* , menores de a^* y sin grandes cambios en b^* .

No se encontraron grados de rechazo en el color de grasa (7 y 8 escala Aus-Meat, 2016) para ninguno de los T en los años de estudio. Estos resultados concuerdan con los obtenidos en los estudios llevados a cabo en la región de Basalto y con los de la Auditoría de Calidad de Carne realizada por INIA e INAC (Correa y Brito, 2017). Los parámetros evaluados que determinan el color de la carne también correspondieron con los datos obtenidos en los estudios anteriormente descritos y con los encontrados en trabajos realizados en novillos en similares condiciones (Luzardo *et al.*, 2008).

En la Figura 14 se presentan los valores promedios de fuerza de corte y su evolución según los días de maduración por T, para los tres años de estudio.



Nota: NOF: nivel de oferta de forraje; AA: afrechillo de arroz; 2, 4, 0,6, 0,8, 1,2, 1,6% PV.

Figura 14. Valores de fuerza de corte por tratamiento y periodo de maduración en el año 2013 (a), 2014 (b) y 2015 (c).

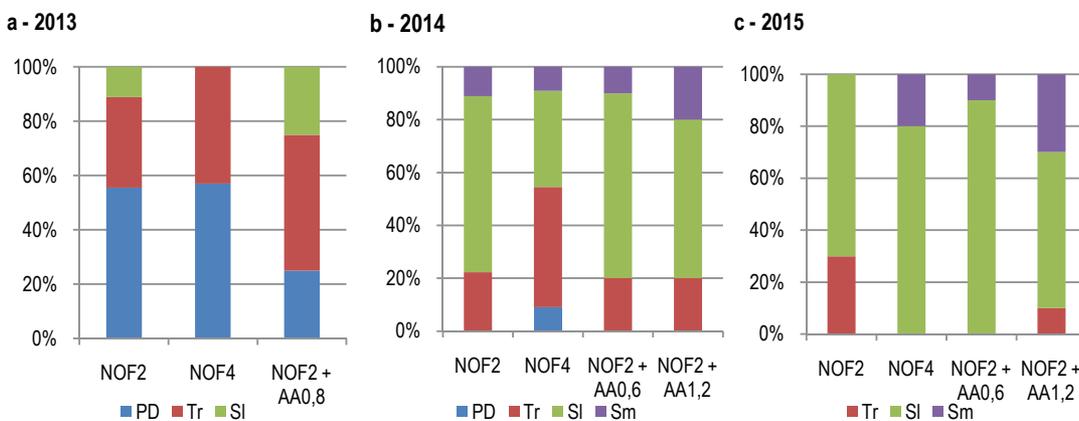
En el año 2013, se encontraron diferencias significativas ($P < 0,05$) en los resultados finales de terneza para 2, 7 y 14 días de maduración, en donde los menores valores de fuerza de corte se observaron en los T NOF2 y NOF2 + AA0,8. A pesar de la disminución observada en los valores promedios de fuerza de corte a medida que el periodo de maduración avanzó, únicamente en los T NOF2 y NOF2 + AA0,8 con 21 días de maduración alcanzaron valores considerados aceptables (menores a 4,5 kgF) (NOF2: 4,2 kgF, NOF2 + AA0,8: 4,3 kgF y NOF4: 5,7 kgF).

En los años 2014 y 2015 no se encontraron diferencias significativas entre T en cada periodo de maduración, observándose disminuciones en los valores de fuerza de corte a medida que el periodo era mayor. No obstante, dicha disminución no logró que se alcanzaran los valores considerados aceptables por la industria (menores a 4,5 kgF).

Esto marca una diferencia con los resultados obtenidos en los estudios experimen-

tales llevados en la región de Basalto, en donde todos los T alcanzaron valores menores al umbral de aceptación. Una de las razones que afectan los resultados finales de terneza es la raza del animal. Los resultados obtenidos en la región de Areniscas, concuerdan con lo establecido por Wulf *et al.* (1997), Crouse *et al.*, Shacklford *et al.*, citados por Soria y Corva (2004), que demostraron que a medida que aumenta la proporción de sangre cebuina en las cruza el grado de terneza disminuye, en comparación a las razas europeas. A su vez, la avanzada edad de las vacas ejerce un efecto negativo en la terneza, ya que la solubilidad del colágeno es menor y existe una reducción del tejido conectivo (Bate-Smith, Hiner y Hankis, citados por Lawrie, 1998).

La proporción de canales por T según el contenido de GIM y según el grado de madurez esquelética se presentan en las Figuras 15 y 16, respectivamente, para cada año de estudio.

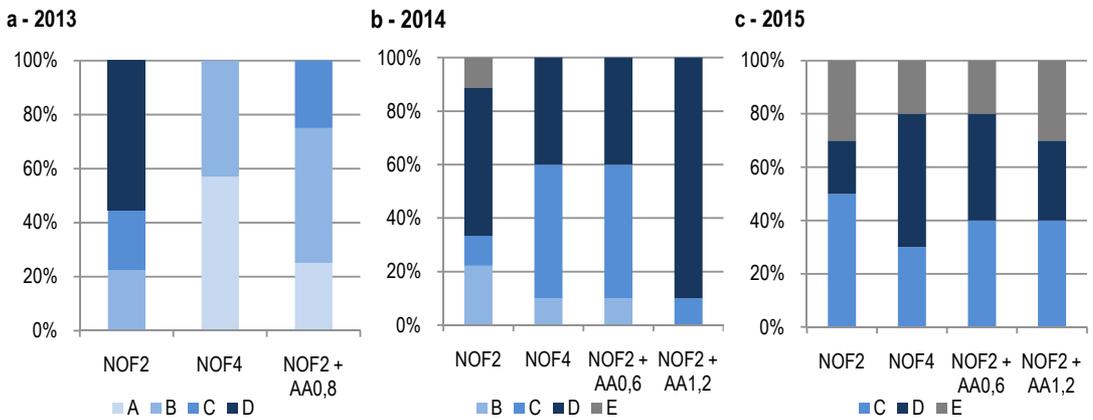


Nota: NOF: nivel de oferta de forraje; AA: afrechillo de arroz; 2, 4, 0,6, 0,8, 1,2% PV.

Figura 15. Proporción de canales según contenido de grasa intramuscular (Escala USDA) para el año 2013 (a), 2014 (b) y 2015 (c).

Todas las canales se encontraron por debajo de los valores mínimos deseables de grasa intramuscular (escala USDA) por la industria (Sm) durante el año 2013, concentrándose la mayoría de las canales en los grados de Pd y Tr. En los años 2014 y 2015, los niveles

de GIM fueron mayores, con mayor proporción de canales en el nivel de SI y se observó la aparición de algunas canales en el grado Sm. En los tres años evaluados no se encontraron diferencias significativas en los promedios de GIM entre los diferentes T.

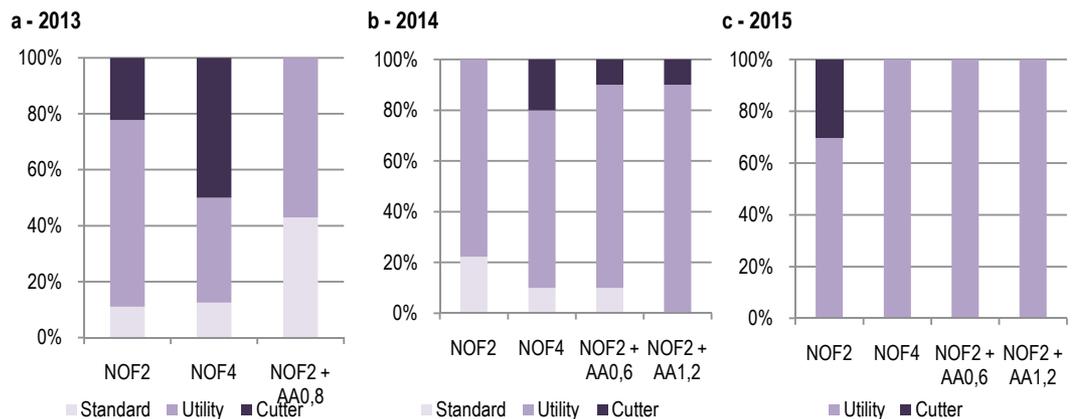


Nota: NOF: nivel de oferta de forraje; AA: afrechillo de arroz; 2, 4, 0,6, 0,8, 1,2 % PV.

Figura 16. Proporción de canales según T en la madurez esquelética para el año 2013 (a), 2014 (b) y 2015 (c).

En el año 2013, las canales mostraron una clasificación según madurez esquelética de grados bajos (A y B) en los T NOF4 y NOF2 + AA0,8, con mayor proporción de canales con mayores grados de osificación (C y D) en el T NOF2. Durante las evaluaciones realizadas en los años 2014 y 2015, las canales se concentraron en estos últimos grados, apareciendo a su vez y principalmente durante el año 2015 canales con alto grado de osificación (E).

En la Figura 17 se presentan los resultados obtenidos para los estudios realizados en los años 2013, 2014 y 2015 de la clasificación realizada por el Sistema Quality Grade (USDA). En los tres años evaluados, la mayor proporción de canales se encontró dentro de la clasificación "Utility", como resultados de los bajos grados de marmoreo (GIM) y los altos grados de madurez esquelética.



Nota: NOF: nivel de oferta de forraje; AA: afrechillo de arroz; 2, 4, 0,6, 0,8, 1,2 % PV.

Figura 17. Proporción de canales según T en el sistema Quality Grade de USDA para el año 2013 (a), 2014 (b) y 2015 (c).

2.4.2. Contenido total de lípidos y composición de ácidos grasos

El promedio de la composición porcentual según T de GIM, CLA, AGS, AGMI, AGPI, n-6

y n-3 y las relaciones AGPI/AGS y n-3/n-3 se presentan en el Cuadro 25 y en el Anexo 10 se presenta la composición porcentual de los ácidos grasos individuales por T para los años de estudio.

Cuadro 25. Contenido de grasa intramuscular y proporción de ácidos grasos (año 2013, 2014 y 2015).

	Año 2013				P valor
	NOF2	NOF4	NOF2 + AA0,8		
GIM (%)	3,0 ab	2,6 b	3,7 a		*
CLA (%)	0,51	0,53	0,41		ns
AGS (%)	45,8	45,0	47,8		ns
AGMI (%)	48,7	48,0	47,2		ns
AGPI (%)	5,0 a	6,4 b	4,6 a		*
AGPI/AGS	0,11 b	0,14 a	0,10 b		*
n-6 (%)	3,1	4,1	3,4		ns
n-3 (%)	1,9 b	2,4 a	1,2 b		**
n-6/n-3	1,7 b	1,8 b	2,9 a		**
	Año 2014				P valor
	NOF2	NOF4	NOF2 + AA0,6	NOF2 + AA1,2	
GIM (%)	2,7 b	3,5 a	3,4 ab	3,8 a	*
CLA (%)	0,39 a	0,31 b	0,22 c	0,22 c	*
AGS (%)	46,3	47,7	48,9	49,3	ns
AGMI (%)	45,3	44,6	43,9	43,5	ns
AGPI (%)	8,0 a	7,4 ab	7,0 b	7,0 b	*
AGPI/AGS	0,17 a	0,16 ab	0,14 b	0,14 b	*
n-6 (%)	5,3	5,3	5,1	5,3	ns
n-3 (%)	2,8 a	2,1 b	1,8 b	1,6 b	**
n-6/n-3	1,9 b	2,7 ab	2,9 a	3,3 a	ns
	Año 2015				P valor
	NOF2	NOF4	NOF2 + AA0,6	NOF2 + AA1,2	
GIM (%)	1,9 b	2,7 a	2,4 ab	2,7 a	*
CLA (%)	0,50 a	0,37 ab	0,38 ab	0,29 b	**
AGS (%)	46,4	48,3	46,1	48,1	ns
AGMI (%)	43,3	43,9	45,2	44,2	ns
AGPI (%)	9,8 a	7,5 b	8,3 b	7,5 b	**
AGP/AGS	0,23 a	0,17 b	0,18 b	0,17 b	**
n-6 (%)	6,9 a	5,2 b	5,9 ab	5,5 b	**
n-3 (%)	3,0 a	2,2 b	2,4 ab	2,0 b	**
n-6/n-3	2,4	2,5	2,6	3,0	ns

Nota: NOF: nivel de oferta de forraje; AA: afrechillo de arroz; 2, 4, 0,8, 1,6% PV. GIM: grasa intramuscular. AGS: ácidos grasos saturados. AGMI: ácidos grasos monoinsaturados. AGPI: Ácidos grasos poliinsaturados. a y b: medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes. *: P<0,05. **: P<0,01. ns: no significativo.

Durante todos los años de estudio, el contenido de GIM presentó diferencias significativas ($P < 0,05$) entre T. Durante el año 2013, los mayores contenidos se observaron en los T NOF2 y NOF2 + AA0,8 y los menores en el T NOF4, mientras que en los años 2014 y 2015, los T con mayor NOF o mayor agregado de suplemento (1,2 %PV) presentaron valores mayores con respecto al T NOF2, siendo el T NOF2 + AA0,6 igual a los restantes T.

Los contenidos de AGS y AGMI fueron similares entre los T en estos años. Los valores promedios para los AGS fueron de 46,2, 48,1 y 47,2 % para los años 2013, 2014 y 2015, respectivamente, y para los AGMI de 48,0 % para el año 2013 y de 44,3 % para el año 2014 y de 44,2 % para el año 2015.

En cuanto a los AGPI, se encontraron diferencias significativas ($P < 0,05$) durante los años 2013 y 2014 y muy significativas ($P < 0,01$) para el año 2015, entre los sistemas de alimentación. En el año 2013, los T NOF2 y NOF2 + AA0,8 presentaron la misma proporción y fueron superiores al T NOF4. En el año 2014, el mayor contenido se dio en el NOF2 en comparación a los T suplementados, mientras que el T NOF4 fue similar a estos tres T. Durante el año 2015, la mayor proporción fue encontrada en el T NOF2, con respecto a los restantes T que presentaron la misma proporción entre sí.

En la relación AGPI/AGS se generaron diferencias significativas ($P < 0,05$) durante los años 2013 y 2014 y muy significativas ($P < 0,01$) durante el año 2015, presentando la misma respuesta que se obtuvo para la proporción de AGPI en cada año. La concentración de AG n-6 no presentó diferencias significativas entre T en los años 2013 y 2014, presentando un promedio total de 3,5% y 5,3%, respectivamente. En cambio, durante el año 2015 se dieron diferencias muy significativas en el contenido de AG n-6, presentando la siguiente respuesta: $\text{NOF2} \geq \text{NOF2} + \text{AA0,6} \geq \text{NOF2} + \text{AA1,2} = \text{NOF4}$. En cuanto a la relación de AG n-3, en los tres años de estudio se dieron diferencias muy

significativas ($P < 0,01$) entre los sistemas de alimentación. Los resultados encontrados presentaron la misma respuesta que la proporción de AGPI y la relación AGPI/AGS. La relación n-6/n-3 en el año 2013 fue significativamente diferente ($P < 0,01$) entre T, siendo superior en el T con agregado de suplemento e inferior en ambos sistemas puramente pastoriles (NOF2 y NOF4). En los restantes años, no se encontraron diferencias significativas entre los sistemas de alimentación implementados.

Al igual que en los estudios realizados en la región de Basalto con la utilización de vacas Hereford, durante estos experimentos en la relación AGPI/AGS también se encontró que estaba por debajo de los niveles deseados (mayor a 0,45) y que la relación n-6/n-3 se ubicó dentro de los rangos recomendados (menor a 4) por el Departamento de Salud del Reino Unido (Department of Health, 1994).

En el año 2013 no se encontraron diferencias significativas entre las dietas en el contenido de CLA. Sin embargo, en los restantes años se encontraron diferencias significativas ($P < 0,05$ en 2014) y muy significativa ($P < 0,01$ en 2015) entre T. En el año 2014, la mayor concentración de CLA fue encontrada en el T NOF2, seguido por el NOF4 y por último los T suplementados que se comportaron iguales entre sí. Durante el año 2015, las mayores concentraciones se dieron en NOF2, NOF4 y NOF2 + AA0,8, siendo estos dos últimos a su vez iguales a NOF2 + AA1,2, que fue estadísticamente menor.

2.5. Resumen de la información generada en los experimentos realizados en la región de Areniscas

Durante esta experiencia en vacas de descarte de la raza Braford, tomando en cuenta las características, el manejo y condiciones nutricionales de las pasturas y del suplemento utilizado, se logran mejoras en las ganancias medias diarias, principalmente en los sistemas con mayor NOF (rango de 0,70 a

0,89 kg/a/d) y por el agregado de suplemento (rango de 0,60 a 0,90 kg/a/d), en comparación a un NOF más restrictivo como es el caso del NOF de 2% PV (rango de 0,35 a 0,56 kg/a/d); dando como resultado animales con mayores pesos de faena y mejores grados de terminación.

El aumento de las ganancias de peso de estos sistemas permiten la obtención de buenas productividades por unidad de superficie. A su vez, el suministro de suplemento permite el aumento de la carga animal logrando buenas productividades en áreas reducidas, con la obtención de EC con buenas eficiencias para los sistemas ganaderos de la región de Areniscas, más aún si se considera la categoría considerada (vacas adultas de descarte).

En la composición de la canal, el engrasamiento fue la variable que presentó mayor variación según el nivel nutricional suministrado. Al igual que con el PV y las GMD, los T con mayor NOF o agregado de suplemento fueron los que presentaron mayores niveles de grasa o grados de terminación *in vivo*, y ello se trasladó positivamente a mejorar el peso de las canales y su grado de terminación.

Los sistemas que lograron mayores pesos de faena, también obtuvieron mayores pesos

de canal y proporciones de canales con un peso superior a los 250 kg, con mayores pesos del corte pistola y de los cortes de valor que surgen del mismo, obteniendo en todos los casos cortes con los calibres requeridos por la industria frigorífica para los mercados más exigentes de carne bovina.

Los valores de pH registrados a las 48 horas *post mortem* en todos los sistemas de alimentación utilizados, no presentaron valores superiores a 5,8, indicando buenas características para su conservación y comercialización. Los colores de la carne y de la grasa, también presentaron características capaces de satisfacer las exigencias de los consumidores en diferentes mercados. Sin embargo, en la terneza de la carne no se lograron valores aceptables por parte del consumidor (menores a 4,5 kgF) en ninguno de los periodos de maduración utilizados. Este es un factor a considerar cuando se utiliza un biotipo como el Braford en este tipo de categoría de mayor edad.

Los sistemas utilizados en esta categoría, al igual que lo estudiado en novillos, demuestra que es posible la obtención de carne con características deseables desde el punto de vista de la salud humana, cumpliendo en general con las recomendaciones internacionales de composición de ácidos grasos, producción de CLA y niveles de la relación n-6/n-3.

3. BIBLIOGRAFÍA

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.

ÁVILEZ J. 2006. Incidencia de la alimentación en el engrasamiento de la canal. [en línea] 2 de mayo de 2017. Disponible en https://www.uco.es/zootecniaygestion/img/datos/06_18_52_trabajo_de_carne.pdf.

BERETTA, V.; SIMEONE, A.; ELIZALDE, J.C.; BALDI, F. 2006. Performance of growing cattle grazing moderate quality legume-grass temperate pastures when offered varying forage allowance with or without grain supplementation. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 46: 793-797.

BOLEMAN, S.J.; MILLAR, R.K.; BUYCK, M.J.; CROSS, H.R.; SAVELL, J.W. 1996. Influence of realimentation of mature cows on maturity, color, collagen solubility, and sensory characteristics. *Journal of Animal Science*. 74(9): 2187-2194.

BRITO, G.; LAGOMARSINO, X. 2011. Situación y perspectivas de la investigación en calidad de carnes en el Uruguay; el enfoque de INIA. En: Congreso Latinoamericano de Buiatría (10, 2002, Paysandú). Paysandú, Uruguay. pp. 182-187.

BRITO, G.; LAGOMARSINO, X.; SAN JULIÁN, R.; LUZARDO, S.; DEL CAMPO, M.; MONTOSSI, F. 2011. Características de la canal y de la carne In: "Uruguay. Instituto Nacional De Investigación Agropecuaria (INIA). Estación Experimental la Estanzuela "Alberto Boerger". Herramientas y estrategias de alimentación para una invernada de precisión. La estanzuela: INIA, 2011. pp. 15-22 (Serie Actividades de Difusión 645).

CARÁMBULA, M. 1996. Pasturas naturales mejoradas. Montevideo, Hemisferio Sur. 524 P.

COPPO, J.; MUSSART, N.; REVIDATTI, M.; CAPELLARI, A.; NAVAMUEL, J.; 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.

COPPO, A.; MUSSART, N. 2006. Bagazo De Citrus Como Suplemento Invernal. En Vacas De Descarte. Consultado: 5 de marzo de 2015. Disponible en: http://www.produccionanimal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion/78-bagazo_citrus.pdf

CORREA, D.; BRITO, G. 2017. Fase II: Trabajo en plantas frigoríficas. En: Brito, Correa, D.; San Julián, R. (Eds). Tercera auditoria de calidad de carne vacuna del Uruguay. Montevideo, INIA. pp. 3-34. (Serie Técnica 229).

DEPARTMENT OF HEALTH. 1994. Report of health and social subject. Nutritional aspects of cardiovascular disease. No. 46. (London: HMSO).

DI MARCO, O. 1993. Crecimiento y respuesta animal. Buenos aires, aapa. 130 p.

DI MARCO, O. 2006. Crecimiento de vacunos para carne. Edición 1ª. INTA. Argentina. 204 p.

DUCKETT, S.; REALINI, C. 2002. Más razones para comer carne vacuna. En: Congreso De Producción Y Comercialización De Carne (2º, Montevideo, Uruguay). Montevideo. s.p.

ELIZALDE, J.C. 2003. Suplementación en condiciones de pastoreo. [en línea] 23 de agosto de 2016. Disponible en http://produccionbovina.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion/13-suplementacion_en_condiciones_de_pastoreo.htm.

ELIZALDE, J. C.; SANTINI, F. 1992. Factores nutricionales que limitan las ganancias de peso en bovinos en el período otoño-invierno. Balcarce, INTA. (Boletín Técnico, 104).

- FERNÁNDEZ, E.; MIERES, J.** 2005. Algunos conceptos sobre el uso de suplementos en los sistemas invernaderos. En: Jornada Producción Animal Intensiva (2005, La Estanzuela, Colonia). Montevideo, INIA. pp. 1-10. (Actividades de difusión 406).
- GALLI, J.R.; CANGIANO, C.A.; FERNÁNDEZ, H.H.** 1996. Comportamiento ingestivo y consumo de bovinos en pastoreo. *Revista Argentina De Producción Animal*. 16 (2):119-42.
- GARCÍA, J.** 2003. Crecimiento y calidad de gramíneas forrajeras en La Estanzuela. Montevideo, INIA. pp. 15-18. (Serie Técnica 133).
- INAC** (Instituto Nacional De Carnes). 1997. Sistema oficial de clasificación y tipificación de la carne vacuna. Resolución 65/97. Montevideo Uruguay.
- LANGE, A.** 1980. Suplementación de pasturas para producción de carnes. Comisión técnica intercrea de producción de carnes. Buenos Aires. 74 p.
- LAWRIE, R.A.** 1998. Ciencia de la carne. 3ª ed. Zaragoza, Acribia. 367 p.
- LUZARDO, S.; CUADRO, R.; MONTOSI, F.; BRITO, G.** 2014. Intensificación de sistemas de engorde bovino en la región basáltica. En: Berreta, E.; Montossi, F.; Brito, G. (Eds.) Alternativas tecnológicas para los sistemas ganaderos del Basalto. pp. 127-154. (Serie técnica 217).
- LUZARDO, S.; MONTOSI, F.; SAN JULIÁN, R.; CUADRO, R.; RISSO, D.F.; BRITO, G.** 2008. Effect of feeding regimes on the performance, carcass and meat quality of hereford steers in uruguay. En: 54th International Congress Of Meat Science And Technology. Cape Town, South Africa.
- MANDELL, I.B.; CAMPBELL, C.P.; QUINTON, V.M.; WILTON, J.W.** 2006. Effects of skeletal separation method and postmortem ageing on carcass traits and shear force in cull cow beef. *Canadian Journal of Animal Science*. 86(3): 351-361.
- MIERES, J.; ASSANDRI, L.; CÚNEO, M.** 2004. Tablas de valor nutritivo de alimentos. En: Mieres, J. (Ed.) Guía para alimentación en rumiantes. Montevideo, INIA. pp. 13-68. (Serie Técnica 142).
- MONTOSI, F.; FIGURINA, G.; SANTAMARINA, I.; BERRETA, E.** 2000. Selectividad animal y valor nutritivo de la dieta de ovinos y vacunos en sistemas ganaderos: teoría y práctica, INIA Tacuarembó. 84 p. (Serie técnica 113).
- NICOL, A.; BROOKERS, A.** 2007. The metabolizable energy requirements of grazing livestock. En: Rattray, P.V.; Brookes, I. M.; Nicol, A.M. (eds.) Pasture and supplements for grazing animals. Hamilton: New Zealand Society of Animal Production. p. 151-172. (Occasional publication; 14).
- NOCI, F.; MONAHAN, F.J.; FRENCH, P.; MOLONEY, P.** 2005. The fatty acid composition of muscle fat and subcutaneous adipose tissue of pasture-fed beef heifers: influence of the duration of grazing. *Journal of Animal Science*. 83(5): 1167-1178.
- PERALTA, J.; FELTES, F.; BRANDA, L.** 2013. Ganancia de peso en vacas de descarte suplementadas con expeller de pulpa de coco (acrocromia totali mart) sobre pastura cultivada. *Compendio de Ciencias Veterinarias*. 3(1):11-14.
- POPPI, D.; HUGHES, T.; L'HULLIER, P.** 1987. Intake of pasture by grazing ruminants. En: nicol a. (ed.). Livestock feeding on pasture. Hamilton, New Zealand Society of Animal Production. pp. 55-63. (Occasional publication 10).
- REALINI, C.; DUCKETT, S.; BRITO, G.; DALLA RIZZA, M.; DE MATTOS, D.** 2004. Effect of pasture vs. Concentrate feeding with or without antioxidants on carcass characteristics, fatty acid composition, and quality of uruguayan beef. *Meat Science*. 66(3): 657-577.

- RESTLE, J.; ROSO, C.; OLIVEIRA, A.; ALVES, D.; PASCOAL, L.; 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.; CELESTINO, D.; FILHO, A.; PASCOAL, L.; OLIVEIRA, A.; ARBOITTE, M.** 2001. Efeito da suplementação energética sobre a carcaça de vacas de diferentes idades, terminadas em pastagem cultivada de estação fria sob pastejo horário. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 30(3): 1076–1083.
- RISSO, D.** 1981. Influencia del manejo en el comportamiento animal y de la pastura. *CIA-AB*. 28:1-6.
- RISSO, D.F.; AHUCHAIN, M.; CIBILS, R.; ZARZA, A.** 1991. Suplementación en invernadas del litoral. En: Restaino, E.; Indarte, E. (Eds.). *Pasturas y producción animal en áreas de ganadería intensiva*. Montevideo: INIA. 51-65. (Serie técnica 15).
- 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 no. 126).
- SANTINI, F.; REARTE, D.; GRIGERA, J.M.** 2003. Algunos aspectos sobre la calidad de las carnes bovinas asociadas a los sistemas de producción. En: *Jornada de actualización ganadera (1ª, 2001, balcarce)*. Resúmenes, Balcarce, INTA. 29-37.
- SORIA, L.; CORVA, P.** 2004. Factores genéticos y ambientales que determinan la terneza de la carne bovina. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*. 12 (2): 73-88.
- STELZLENI, A.; PATTEN, L.; JOHNSON, D.; CALKINS, C.; GWARTNEY, B.** 2007. Benchmarking carcass characteristics and muscles from commercially identified beef and dairy cull cow carcasses for warner-bratzler shear force and sensory attributes. *Journal of Animal Science*. 85(10):2631-2638.
- VIÑOLES, C.; GUGGERI, D.; CUADRO, P.; CUADRO, R.; JAURENA, M.; DE BARBIERI, I.; BRITO, G.; MONTOSI, F.** 2014. Efecto de la edad al destete y la alimentación preferencial sobre la pubertad en terneras Hereford. En: Berreta, E.; Montossi, F.; Brito, G. (Eds.) *Alternativas tecnológicas para los sistemas ganaderos del Basalto*. pp. 225-234. (Serie Técnica 217).
- WULF, D.; O'CONNOR, S.; TATUM, J.; SMITH, G.** 1997. Using objective measures of muscle color to predict beef longissimus tenderness. *Journal of Animal Science*. 75(3): 684-692.

CAPÍTULO V

ANÁLISIS DE LA LÓGICA EMPRESARIAL DEL ENGORDE DE VACAS EN LOS SISTEMAS DE CRÍA BOVINA DEL URUGUAY

Soares de Lima, Juan Manuel **
Montossi, Fabio **
Lagomarsino, Ximena *

1. MARCO CONCEPTUAL

A diferencia de sistemas de cría o invernada de machos, de relativa simplicidad debido a las escasas categorías y productos de venta que se manejan, los sistemas de cría son sistemas complejos, con un alto número de categorías involucradas e interrelaciones entre ellas. En efecto, los sistemas “de cría” uruguayos –los que están orientados principalmente al rubro bovino- tienen la particularidad que generan dos productos principales de venta, ambos de alta relevancia económica: i) vacas de descarte y ii) terneros/as. En el caso de incluir los ovinos, estos sistemas incluyen, descartes de ovejas y corderos/borregos.

En este sentido, la tasa de preñez representa el “gatillo” que dispara el producto de venta que generará una vaca de cría en el sistema; si al realizar el diagnóstico de gestación la vaca está preñada, el producto de la misma será un ternero destetado, aproximadamente un año después. Implícitamente, esta preñez también determina que la vaca se mantiene en el rodeo de cría, por lo cual no debe ser reemplazada en esta instancia. Por el contrario, si la vaca se detecta “vacía”, la misma se transformará en un producto de venta, el cual podrá ser comercializado inmediatamente como vaca de invernada o vaca manufactura, o eventualmente ser destinada a un proceso de engorde, cuya duración dependerá de los recursos forrajeros o alimenticios del predio. El hecho de que esta vaca salga del sistema de cría para convertirse en sí misma en un producto de venta, conlleva a

que la misma deba ser reemplazada por otra hembra, de forma de mantener el número de vientres del rodeo.

De esta forma, tenemos una “máquina de producción” (la vaca de cría) que genera dos productos de venta, diferentes y en una primera mirada, aparentemente antagónicos. Si una vaca se preña, genera un ternero pero deja de generar una vaca para venta y si la vaca falla generará un determinado volumen de kilos de carne para la venta en el corto plazo (flaca o gorda), pero se obtiene un ternero menos y necesariamente debe retenerse una hembra para sustituir el animal descartado del rodeo de cría.

Pero hasta aquí la mirada individual al proceso, donde una vaca o está preñada o no lo está. Si consideramos el sistema de producción como un todo, lo que tenemos en realidad es un rodeo con una proporción que se preña y otra proporción restante que no lo hace. Es así que llevado a una vaca, pero con una mirada sistémica, ese animal producirá un 70% de ternero/a y un restante 30% de vaca de descarte, (ejemplo donde el destete es de 70%). Y ante esta mirada, lo que tenemos es una generación complementaria de dos productos diferentes pero ambos altamente relevantes para el sistema, tanto desde el punto de vista físico como económico.

En la Figura 1 se muestran las cantidades de vacas de descarte, terneros y terneras excedentes generadas por un sistema de 100 vacas de cría y diferentes niveles de preñez¹.

¹ Se asume descarte total de hembras falladas.

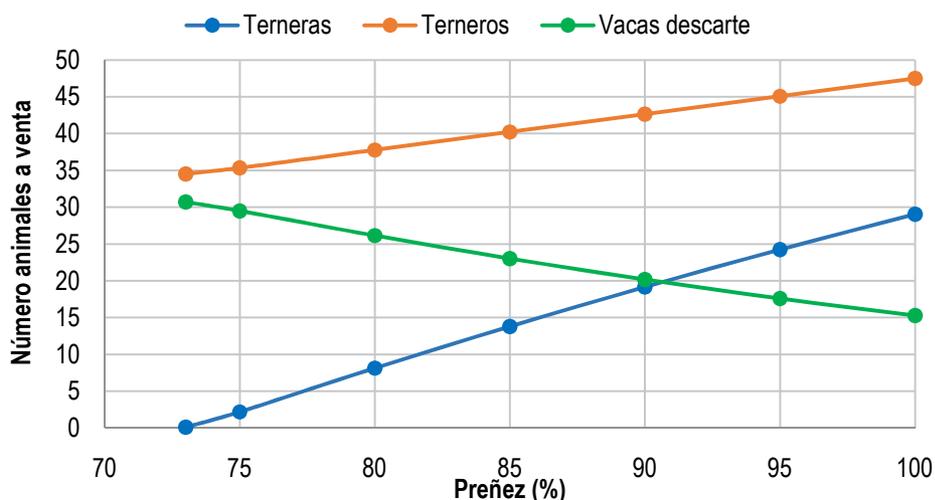


Figura 1. Cabezas disponibles para venta por categorías según performance reproductiva.

Con un porcentaje de preñez inferior a 73%, el número de hembras producido no alcanza para reponer las hembras descartadas anualmente, con lo cual se necesitaría comprar hembras de reposición (Figura 1). Por encima de este valor, el aumento de la preñez determina un incremento en la cantidad de terneros y terneras producidas y una reducción en las vacas de descarte. Con una preñez del 100% sólo se obtienen 15 vacas descartadas para la venta (todas por edad porque no hay vacas falladas) y más de 76 terneros y terneras.

El número de terneros incrementales por cada 1% de preñez (pendiente de las curvas en la Figura 1), es de 0,48, el de terneras para venta es de 1,08 y el de vacas de descarte es de -0,58. Debe notarse que la estimación de estos valores, clave para comprender el efecto de la preñez sobre el sistema, no es trivial. Excepto para el caso de los terneros machos, que simplemente se estima como medio ternero más (nacen mitad machos y mitad hembras) y se descuenta una tasa de mortalidad, en el caso de las terneras hembras y vacas de descarte es sensiblemente más complejo su cálculo. Efectivamente, cada 1% incremental de preñez no sólo produce media ternera más (descontando mortalidad) sino que paralelamente libera una fracción de ternera para la venta, puesto que

hay una vaca fallada menos para descartar. Esta fracción dependerá de la estructura de edades del rodeo, de las tasas de mortalidad consideradas y de la edad de primer entore. En el caso de las vacas de descarte, la preñez incremental cambia el número de vacas en cada estrato de edad y por ende el número de vacas de última cría, a la vez que la cantidad de vacas falladas en cada grupo etario.

En resumen, la tasa de preñez es la variable que determina en qué proporción se obtendrán los diferentes productos del sistema (vacas de descarte vs. terneros/as). Se destaca el hecho de que ambos son productos fundamentales del sistema, en el sentido de que la vaca no es un subproducto en nuestros sistemas de cría, como puede ser en otros países o en un establecimiento lechero, donde el valor residual de una vaca es bajo en comparación con su valor mientras está en producción.

Para ilustrar este concepto, en la Figura 2 se presentan los ingresos por ventas de las distintas categorías en tres sistemas de cría diferentes, generados mediante modelos de simulación en base a sistemas reales de producción. Las características de los mismos se describen a continuación:

1. Sistema extensivo sobre campo natural: no realiza diagnóstico de gestación (DG) por lo cual las vacas falladas se mantienen en el campo hasta el siguiente entore. Las vacas de descarte por edad se venden al destete como vacas de invernada.
 2. Sistema extensivo sobre campo natural: realiza DG y se descartan todas las vacas falladas al destete. Tanto éstas como las de última cría se venden al destete como vacas de invernada.
 3. Sistema mejorado: realiza DG y descarte de vacas falladas, con posterior engorde de éstas sobre mejoramientos extensivos.
- Para poder aislar efectos, los tres sistemas se basan en un predio de 1000 ha. con base sobre campo natural, donde se realiza el primer entore con 2 años². Este modelo no incluye ovinos para simplificar también el análisis.

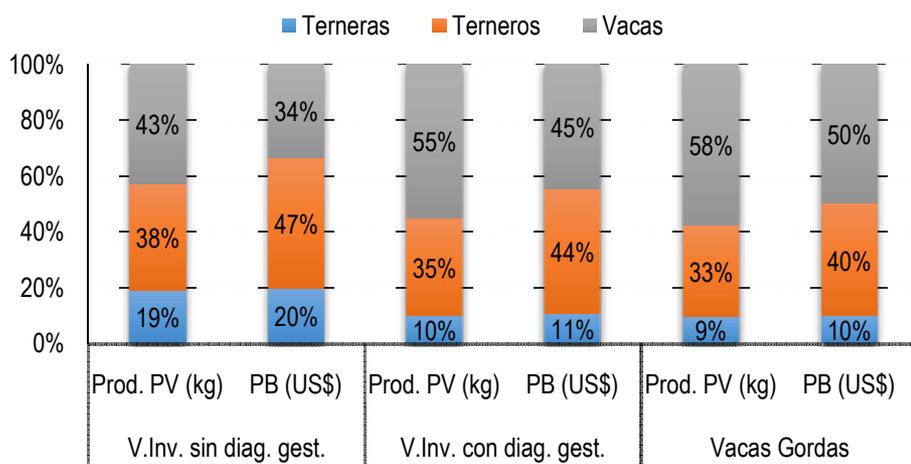


Figura 2. Proporción de los kg producidos y del ingreso por venta de las distintas categorías en tres sistemas criadores (Tasa de destete = 80%; precio referencia del ternero, ternera, vaca invernada y vaca gorda: 2.31, 1.93, 1.41 y 1.56, respectivamente).

Como se observa en la Figura 2, excepto en un sistema no optimizado como es el primero, donde se mantienen las vacas vacías de un año al otro y sólo se venden las vacas viejas, en los otros dos sistemas las vacas de descarte, ya sea que se comercialicen como vacas de invernada o vacas gordas, representan más de la mitad de los kilos producidos en el sistema y entre un 45 y 50% de los ingresos. Debe destacarse que estos valores se obtienen aun cuando se maneja una alta tasa de destete (80%).

Se debe tener en cuenta que en este balance de producción (terneros/as vs. vaca descarte), la producción de terneros depende

fundamentalmente de aspectos reproductivos, los cuales en muchos casos son inamovibles (ej. duración de la gestación, carencia de partos múltiples). Por el contrario, el proceso de descarte y engorde, es más flexible y puede ser más fácil de implementar e incrementar su eficiencia.

Dada la complejidad del sistema, la conveniencia económica de producir más de uno u otro producto (variación en la tasa de preñez o destete) dependerá de múltiples factores. Algunos de los más relevantes se discuten a continuación, con especial referencia al destino del componente "vacas" (no se incluye el análisis de la edad de entore de las vaquillonas).

² Edad con que se entora aprox. el 60% de las vaquillonas en el país.

2. FACTORES QUE AFECTAN EL IMPACTO ECONÓMICO DE MODIFICAR LA TASA DE PREÑEZ

2.1. Relación de precios ternero/vaca gorda

Es evidente que, a una misma eficiencia biológica, la conveniencia económica de producir más de uno u otro producto está fuertemente determinada por la relación de precios entre ambos. En la Figura 3 se presenta la relación de precios ternero/vaca gorda, en forma mensual desde el año 2005 hasta 2016.

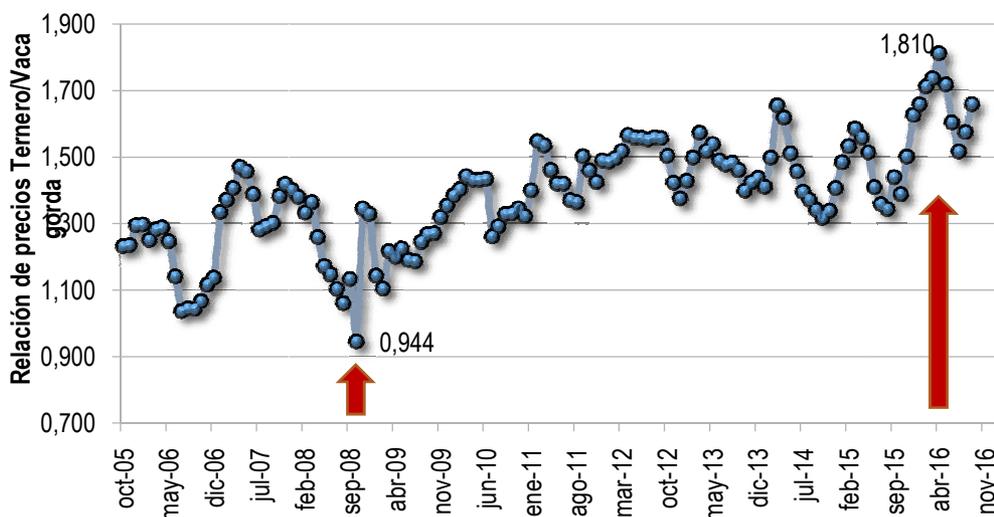


Figura 3. Relaciones de precios ternero/vaca gorda en los últimos 11 años.

Luego de superada la crisis de precios del año 2008/2009, se verifica una suba de los mismos que vino acompañada de un incremento en la relación de precios, manteniéndose desde entonces siempre por encima de 1,10, con valores promedio del orden de 1,39 y máximos superiores a 1,70. Estos valores favorecen sensiblemente a incrementar la preñez o, lo que es lo mismo, incrementar la producción de terneros/as en detrimento de las vacas de descarte. Se destacan en el gráfico dos valores extremos, observados en octubre de 2008, donde el ternero valía casi un 6% menos que la vaca gorda y en abril de

2016, con un valor del ternero un 81% superior al de la vaca gorda.

Habiendo establecido que en estos sistemas la producción de kilos de vaca es tan o más importante que la de terneros (especialmente en los que hacen engorde; Figura 2), resulta fácil deducir que a estas dos relaciones de precios tan extremas, los resultados económicos diferirán en forma muy importante. Efectivamente, en la Figura 4 se presenta el Ingreso Neto (IN) obtenido por dos sistemas de cría con engorde de vacas que venden sus productos en los dos escenarios de precios planteados; Octubre de 2008 y Abril de 2016.

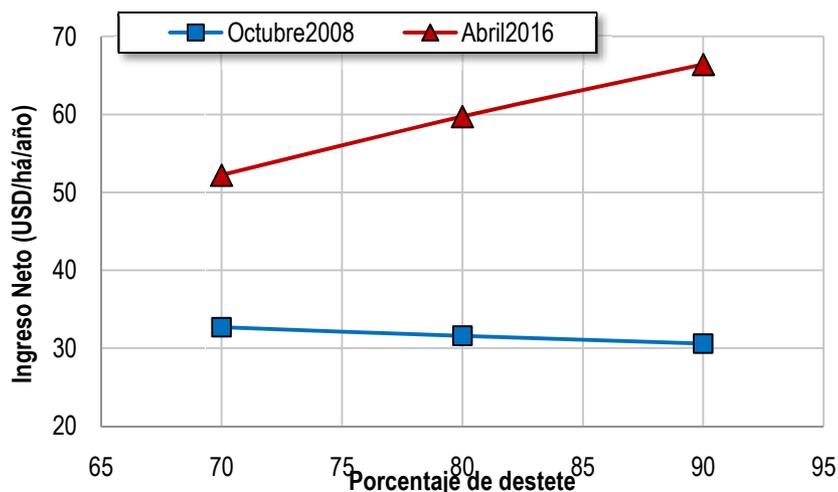


Figura 4. Margen neto obtenido en sistema de cría con porcentajes de preñez incrementales, considerando relaciones de precios ternero/vaca gorda mínimos (Oct2008) y máximos Abril2016) de la serie considerada (Nota: entre 2 años; engorde de vacas).

Los altos precios relativos de la vaca gorda del año 2008, superiores incluso a los del ternero, determinan que los mejores ingresos se den con tasas de destetes menores, donde se incrementan las hembras falladas destinadas a engorde. En contraposición, los altos precios del ternero respecto a la vaca del año 2016, no dejan lugar a dudas: preñar más vacas es el mejor negocio.

Así como se dan variaciones importantes en las relaciones de precios a lo largo de los años dentro del país, resulta interesante comparar valores de vacas de descarte en otras regiones, lo cual pone de manifiesto cuán diferente es el negocio en Uruguay. Mientras que en USA y Argentina el precio de la vaca es el 34 y 43% del valor del ternero respectivamente, en nuestro país este porcentaje asciende al 68% y es aún mayor en Brasil (77%); (Cuadro 1).

Cuadro 1. Precios de vaca, novillo y ternero en diferentes países.

	Vaca gorda	Novillo	Ternero
	US\$/kg en pie (% respecto al ternero)		
Uruguay (2011-actual)	1,56 (68)	1,93 (84)	2,31 (100)
Argentina (2011-actual)	1,10 (43)	1,91 (74)	2,58 (100)
Brasil (actual)	1,40 (77)	1,60 (88)	1,82 (100)
USA (actual)	1,67 (34)	2,95 (61)	4,85 (100)

Nota: actual = agosto 2016.

Considerando el sistema de cría con venta de vacas gordas, se presenta el ingreso neto a ob-

tener con tres niveles de destete a los precios considerados en el cuadro anterior (Figura 5).

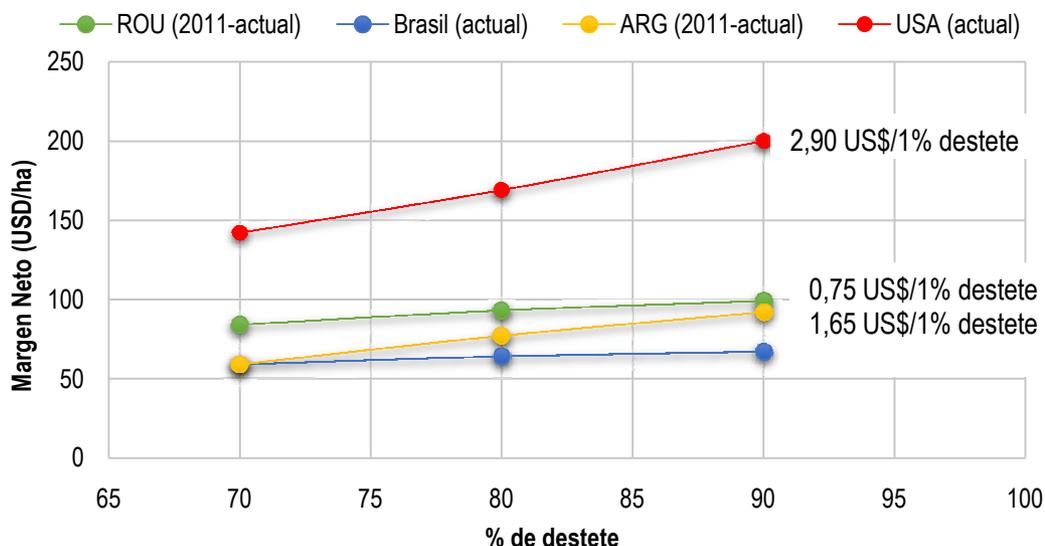


Figura 5. Margen neto obtenido en sistema de cría con diferentes porcentajes de preñez, considerando los precios de USA, ARG y Uruguay.

Mientras que con precios similares a los de USA, un sistema incrementaría en 2,9 US\$/ha su ingreso neto al incrementar cada punto de destete, en Uruguay este indicador es de 0,75 US\$/ha. En otras palabras, al pasar de 70 a 80% de destete, el margen neto se incrementa en 7,5 US\$/ha (de 84 a 92 US\$/ha). En el caso de simular un sistema con los precios de Argentina, el beneficio por incrementar la preñez es sensiblemente superior al de Uruguay (2 veces). Es importante destacar que si bien el ternero vale un 12% más en ese país, los márgenes del negocio son inferiores, ya que la vaca vale un 30% menos, lo cual pone de manifiesto que para nuestras condiciones productivas y de mercado, el tener un mayor valor de la vaca relativo al ternero, determina una ventaja comparativa en ese aspecto.

El caso de Brasil es aún más extremo, donde los altos valores relativos de la vaca gorda que representa casi un 80% del valor del ternero, determinan una curva con una pendiente muy baja, es decir, el retorno económico por incrementar la preñez es muy reducido.

2.2. Variables de manejo/ intensificación del sistema

Como se ha mencionado, en un sistema cría que se producen dos productos complementarios, el incremento en la eficiencia en la producción de uno u otro, determinarán una variación en la conveniencia relativa de variar la tasa de preñez.

Analizando los tres sistemas planteados en la Figura 6, es posible visualizar cómo en el sistema que no realiza diagnóstico ni descarte de hembras falladas (sistema no optimizado), el aumento de la preñez determina un importante incremento en el retorno económico (1,20 US\$/unidad de preñez), si bien también es el que presenta los menores márgenes económicos. Evidentemente en esta situación, la carencia de una medida de manejo (DG) que mejora la eficiencia del sistema en lo que refiere a la política de descarte, determina que una vaca que falla se transforma en una verdadera "carga" para el sistema, ya que esta debe ser mantenida consumiendo forraje durante un año para

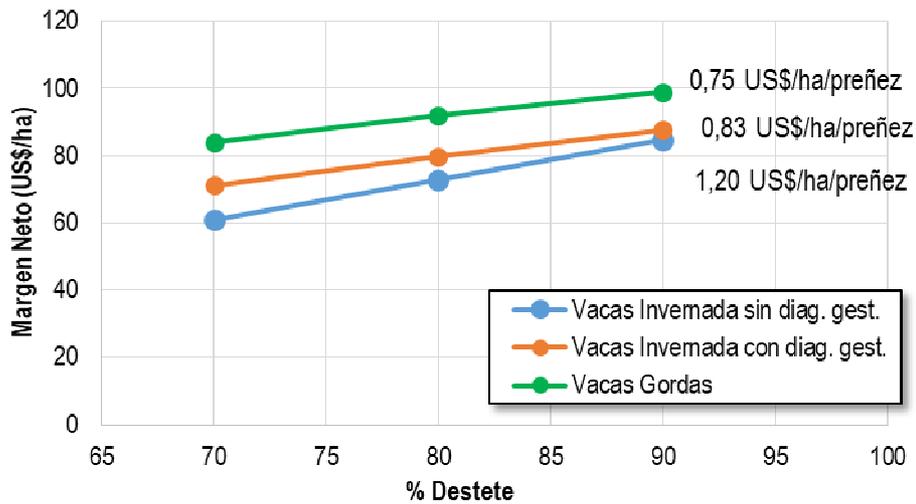


Figura 6. Margen Neto de tres sistemas de cría según eficiencia reproductiva.

luego a su vez enfrentarse a la opción de quedar o no preñada y si así lo fuera, destetar un ternero al año siguiente.

El sistema con venta de vacas de invernada que realiza diagnóstico y descarte, muestra mayores ingresos, pero su pendiente (US\$/unidad de preñez) desciende a 0,83. Por último en el sistema que engorda las vacas falladas, se mejora la eficiencia en el proceso que involucra la venta del produc-

to vaca, al engordar sobre mejoramientos se incrementan los kilos de venta en forma eficiente y se valorizan todos los kg del animal al comercializarlas como vaca gorda. Por este motivo, y si bien a mayor preñez el retorno se incrementa, la pendiente es muy baja (0,75 US\$/unidad de preñez) puesto que si bien hay una importante ganancia en producto ternero/a, ésta es contrarrestada con una pérdida marcada en producto vaca.

CAPÍTULO VI

RECOMENDACIONES Y REFLEXIONES FINALES DE LA EXPERIENCIA DE ENGORDE DE VACAS EN SISTEMAS DE CRIA

Montossi, Fabio **
Lagomarsino, Ximena *

1. INTRODUCCIÓN

La faena de vacas en nuestro país representa una actividad muy importante, siendo en el promedio de los últimos 10 años un 48% (rango de 44 a 53%) del total de animales faenados (INAC, 2016). A su vez, para el mismo período, el 37% de las vacas faenadas provienen de la región norte -utilizando como base de información la faena de esta categoría de los departamentos de Artigas, Paysandú, Salto, Rivera y Tacuarembó- del Uruguay (INAC, 2016), lo que revela la importancia productiva y económica de esta categoría para la ganadería del país y en particular en la región norte.

Soares de Lima y Montossi (2016) demostraron la importancia productiva y económica de la incorporación del engorde de vacas en los sistemas de cría del Uruguay.

Desde la investigación nacional, de un análisis realizado por Clariget (2017, comunicación personal) sobre diferentes alternativas de alimentación y manejo en sistemas pastoriles intensivos, se encontró solamente un trabajo experimental (Pigurina, 1999) de engorde de vacas de descarte.

Los estudios de investigación realizados en Uruguay se han concentrado en los procesos de recría e invernada de machos, demostrando en esta categoría que el manejo eficiente de las pasturas y la suplementación incrementan la productividad de los sistemas ganaderos, mejorando la respuesta animal y la calidad de la canal y la carne.

Sin embargo, como se mencionó previamente, la información generada sobre aspectos de productividad y calidad del producto en vacas de descarte es muy escasa a nivel nacional. La información científica y tecnológica de alimentación y manejo de machos en términos de producción, calidad de canal y carne no es directamente extrapolable para las vacas de descarte, ya que esta es una categoría con una composición tisular, requerimientos nutricionales, eficiencia, etc., diferente a las de novillos de diferentes edades.

De los aspectos manejados previamente, queda claro que no existe una proporcionalidad entre los aportes que ha realizado la investigación nacional en concordancia con la importancia que tienen las vacas de descarte en los sistemas productivos y en la faena nacional.

Por ello, durante los últimos años (2013-2015), se han venido realizando estudios (5 experimentos) por parte del equipo de producción animal de INIA Tacuarembó para la zona norte del Uruguay, con foco en las regiones de Basalto y Areniscas, que utilizaron como base la Unidades Experimentales "Glencoe" y "La Magnolia", respectivamente. El objetivo fue evaluar el efecto de diferentes niveles de asignación de forraje de pasturas mejoradas de avena y raigrás y diferentes asignaciones de afrechillo de arroz en la respuesta animal y la calidad de la canal y la carne de vacas de descarte de las razas Hereford y Braford.

2. PRINCIPALES RECOMENDACIONES TECNOLÓGICAS Y DE CALIDAD DE PRODUCTO GENERADAS EN ESTA LÍNEA DE TRABAJO EXPERIMENTAL

A continuación se presentan las principales recomendaciones que provienen de la información tecnológica generada en esta línea de investigación abarcando temas asociados al diseño de los sistemas productivos, los efectos de estos sobre la calidad de canal y en la calidad de la carne y aspectos asociados sobre la salud humana.

2.1. *Sistemas productivos*

De la información productiva generada por esta línea de experimentación, tanto para las regiones de Basalto y Areniscas, destacamos una serie de aspectos claves asociados a la productividad y eficiencia de los sistemas productivos.

2.2. *La lógica de la inclusión de cultivos anuales invernales en cadenas forrajeras intensivas para un proceso de intensificación sostenible de los sistemas ganaderos: Basalto y Areniscas*

INIA tiene una larga historia en desarrollo genético y comercial de cultivares de avenas y raigrás para las principales regiones agro-ecológicas del Uruguay, así como del diseño y recomendaciones del paquete de manejo agronómico que debe acompañar estas especies forrajeras y en algunos casos su especificidad a nivel de cada cultivar. También existe una importante información generada por la investigación nacional, y el INIA en particular, sobre las virtudes del uso de la mezcla de avena y raigrás para mejorar la productividad, adaptabilidad, estabilidad y extender el uso de esta opción forrajera para incrementar la producción animal (leche y carne ovina y bovina) durante el período otoño-invernal. En este sentido, se recomienda la información y lectura de una serie de pu-

blicaciones del INIA, entre ellas: Carámbula (1993), García (2003, 2004), Formoso (2007, 2010) y Cuadro (2010).

El catálogo de forrajeras del INIA (2016) ofrece una actualización de la información de la genética institucional sobre las principales características agronómicas de los cultivares creados por INIA para los diferentes sistemas productivos en general, y en particular de los cultivares de avena y raigrás utilizados en el presente trabajo experimental, así como otras alternativas para ambos cultivos anuales invernales.

En base a la información mencionada, se destaca la alta productividad y valor nutritivo del aporte complementario de la mezcla forrajera de avena y raigrás durante el período otoño-invernal y su alta adaptación al pastoreo intenso y frecuente de bovinos y ovinos, lo cual determina que esta alternativa forrajera sea una opción tecnológica muy atractiva para favorecer la productividad animal de los sistemas ganaderos del norte del Uruguay, y en particular en las regiones de Basalto y Areniscas.

Es importante considerar el marco conceptual donde se concibe la incorporación de estas opciones forrajeras más intensivas dentro de los sistemas ganaderos extensivos o semi-extensivos dominados por el campo natural. Montossi *et al.* (2014) representaron conceptualmente la orientación de la producción ovina y bovina en un proceso de intensificación variable, y la diversificación y complementación de esta producción con otros rubros de acuerdo a la aptitud productiva de los suelos, donde fue utilizado el ejemplo de la región basáltica. La intensificación está ligada principalmente al uso de pasturas mejoradas, sembradas en los suelos más productivos y al uso de suplementos en forma estratégica. La ovinocultura, en particular, se orienta a la especialización de lanas de alto valor sobre los suelos más marginales, mientras aquellos suelos medios y profundos que permiten cierta proporción de mejoramientos, alientan a la complementación de la producción de lanas con la producción adicional de carne

ovina (valorizando la producción de corderos pesados) y el proceso de recría bovina. En tanto, el énfasis de la ganadería bovina se intensifica a medida que los suelos aumentan su potencial productivo con la implantación de pasturas mejoradas y/o el uso de cultivos forrajeros, acelerando así los procesos de recría e invernada (vacas y novillos). En los suelos superficiales y medios, donde predominan los sistemas criadores -los más extensivos-, el área estratégica potencial para implementar cadenas forrajeras mejoradas con diferentes opciones alternativas (cultivos anuales invernales y/o estivales, praderas mezcla de gramíneas y/o leguminosas de ciclo corto o largo, etc.) pueden ocupar un rango del 5-10% (predominio de suelos más superficiales) y 20-30% (predominio de suelos superficiales y medios). La incorporación del riego aparece como una fase más avanzada para potencializar aún más estas áreas estratégicas de alta productividad, con el uso de cultivos forrajeros (ej. maíz, sorgo, avena/raigrás) y pasturas (leguminosas + gramíneas), lo cual permite incrementar la productividad global del sistema.

2.3. El impacto productivo en sistemas de engorde de vacas de descarte para las regiones de Basalto y Areniscas por la incorporación del uso de cultivos mezcla de avenas y raigrás y/o por el agregado de la suplementación estratégica con afrechillo de arroz

2.3.1. Región de Basalto

Sistemas de alta carga sin suplementación

En un período de 110 a 130 días (mayo/julio-septiembre/octubre), los sistemas de alta carga (NOF de 2% del PV) para el engorde de vacas de descarte de la raza Hereford en el Basalto, sin el uso de suplementación, permiten productividades individuales y por unidad de superficie en el rango de 0,4- 0,9 kg/vaca/día y 80-160 kgPV/ha, respectivamente. En este contexto, la carga animal utilizada fueron 1,4-1,6 vacas/ha en

un rango de peso vivo al inicio del engorde en el rango de 420-480 kgPV. En estas condiciones y explorando el potencial genético de los animales es posible finalizar el proceso de invernada de vacas con pesos vivos finales en el rango de 520-540 kgPV. Estos pesos finales y por ende los períodos de engorde considerados permiten cumplir satisfactoriamente con los requerimientos de mercados para esta categoría. Del punto de vista del cultivo invernal, los rangos de forraje disponible y remanente y sus correspondientes valores de altura de forraje fueron 1400-1600 kgMS/ha y 550-820 kgMS/ha y 15-20 cm y 5-6 cm, respectivamente. Los niveles de utilización de forraje alcanzados fueron del rango de 50-65%.

Sistemas de carga intermedia sin suplementación

En un período de 110 a 130 días (mayo/julio-septiembre/octubre), los sistemas de alta carga (NOF de 2% del PV) para el engorde de vacas de descarte de la raza Hereford en el Basalto, sin el uso de suplementación, promueven productividades individuales y por unidad de superficie en el rango de 0,96-1,0 kg/vaca/día y 103-106 kgPV/ha, respectivamente. En este contexto, la carga animal utilizada fueron 0,8-0,9 vacas/ha en un rango de peso vivo al inicio del engorde en el rango de 420-480 kgPV. En estas condiciones y explorando el potencial genético de los animales es posible finalizar el proceso de invernada de vacas con pesos vivos finales en el rango de 536-605 kgPV. Estos pesos finales y por ende los períodos de engorde considerados permiten cumplir satisfactoriamente con los requerimientos de mercados para esta categoría. Del punto de vista del cultivo invernal, los rangos de forraje disponible y remanente y sus correspondientes valores de altura de forraje fueron 1600-1625 kgMS/ha y 735-1010 kgMS/ha y 15-20 cm y 6-8 cm, respectivamente. Los niveles de utilización de forraje alcanzados fueron del rango de 41-56%.

En esta región, una baja en la carga animal del NOF de 2 al 4% del PV, aumentó sustan-

cialmente la ganancia de peso individual con un valor superior al 43%, con una concomitante reducción en la producción de kgPV/ha, mejorando los pesos finales de engorde, lo cual podría implicar una reducción del período de engorde necesario para terminar los animales. Esto dependerá de los objetivos productivos/económicos de los productores y de las condiciones de comercialización entre estos y la industria frigorífica.

Sistemas de alta carga con suplementación

En las mismas condiciones productivas y de manejo (ej. fechas de engorde, peso vivos iniciales, raza, etc.) que las aplicadas en los tratamientos pastoriles (NOF de 2 o de 4 %PV), en comparación con el tratamiento de alta carga sin suplementación por la inclusión de la suplementación (rango de 0,6 al 1,2% del PV) a la misma asignación del forraje del 2% PV, se destaca:

- Incremento de la ganancia de peso diaria de 0,4-0,9 a 0,98-1,14 kg/vaca/día.
- Aumento de la producción animal por unidad de superficie de 80-160 a 162-209 kgPV/ha.
- Similares cargas animales utilizadas de 1,4-1,6 a 1,3-1,5 vacas/ha.
- Superiores pesos vivos finales de engorde de 520-540 a 541-621 kgPV.
- Sin mayores cambios a nivel del forraje, esta producción animal se logra con una oferta y altura de forraje disponible en el rango de 1350-1650 kgMS/ha y 15-19 cm, respectivamente, mientras que estos valores para el forraje remanente fueron de 508-970 kgMS/ha y 5-7 cm, respectivamente. Los niveles de utilización de forraje se ubicaron en el rango de 42-61%.

Con respecto al uso de suplemento y su eficiencia se señala que:

- El consumo diario de suplemento por vaca varió de 3,0-8,6 kg/vaca/día.

- La eficiencia de conversión varió en el rango de 6,7-32,5 kg suplemento/ kg de PV ganado, donde la mejor eficiencia se logró (3,0-4,2 kg suplemento/ kg de PV ganado) con las menores asignaciones de suplemento (0,6-0,8 %PV/vaca/día).

En términos generales, los niveles de productividad animal del sistema de alta carga con suplemento (NOF 2 %PV + AA0,6-1,6 %PV) en el Basalto son similares a los logrados por los sistemas puramente pastoriles pero sin uso de suplementos (NOF 4 %PV).

2.3.2. Región de Areniscas

Sistemas de alta carga sin suplementación

En un período de 106 a 137 días (mayo/junio-agosto/noviembre), los sistemas de alta carga (NOF de 2% del PV) para el engorde de vacas de descarte de la raza Bradford en la región de Areniscas, sin el uso de suplementación, permiten productividades individuales y por unidad de superficie en el rango de 0,35- 0,56 kg/vaca/día y 84-133 kgPV/ha, respectivamente. En este contexto, la carga animal utilizada fue de 2,0-2,2 vacas/ha en un rango de peso vivo al inicio del engorde en el rango de 425-455 kgPV. Durante el año 2013, se encontraron diferencias significativas entre T (P<0,05) en el peso del corte pistola, la suma de los cortes de valor y el Rump & Loin, siendo superiores en el T NOF4 y los T con agregado de suplemento e inferiores en el T NOF2. En estas condiciones y explorando el potencial genético de los animales es posible finalizar el proceso de invernada de vacas con pesos vivos finales en el rango de 477-518 kgPV. Estos pesos finales y por ende los períodos de engorde considerados permiten cumplir satisfactoriamente con los requerimientos de mercados para esta categoría. Del punto de vista del cultivo invernal, los rangos de forraje disponible y remanente y sus correspondientes valores de altura de forraje fueron 1820-2120 kgMS/ha y 690-840 kgMS/ha y 13-22 cm y 4-16 cm, respectivamente. Los niveles de utilización de forraje alcanzados fueron del rango de 52-59%.

Sistemas de carga intermedia sin suplementación

En un período de 106 a 137 días (mayo/junio-agosto/noviembre), los sistemas de alta carga (NOF de 2% del PV) para el engorde de vacas de descarte de la raza Bradford en la región de Areniscas, sin el uso de suplementación, permiten productividades individuales y por unidad de superficie en el rango de 0,70- 0,89 kg/vaca/día y 110-146 kgPV/ha, respectivamente. Durante el año 2013, se encontraron diferencias significativas entre T (P<0,05) en el peso del corte pistola, la suma de los cortes de valor y el Rump & Loin, siendo superiores en el T NOF4 y los T con agregado de suplemento e inferiores en el T NOF2. En este contexto, la carga animal utilizada fue de 1,3-1,4 vacas/ha en un rango de peso vivo al inicio del engorde en el rango de 424-454 kgPV. En estas condiciones y explorando el potencial genético de los animales es posible finalizar el proceso de invernada de vacas con pesos vivos finales en el rango de 527-537 kgPV. Estos pesos finales y por ende los períodos de engorde considerados permiten cumplir satisfactoriamente con los requerimientos de mercados para esta categoría. Del punto de vista del cultivo invernal, los rangos de forraje disponible y remanente y sus correspondientes valores de altura de forraje fueron 1840-2380 kgMS/ha y 770-1000 kgMS/ha y 13-22 cm y 4-12 cm, respectivamente. Los niveles de utilización de forraje alcanzados fueron del rango de 46-53%

En esta región, una baja en la carga animal del NOF de 2 al 4% del PV, aumentó sustancialmente la ganancia de peso individual con un valor superior al 32%, sin cambios sustanciales en la producción de kgPV/ha, mejorando los pesos finales de engorde, lo cual podría implicar una reducción del período de engorde necesario para terminar los animales. Esto dependerá de los objetivos productivos/económicos de los productores y de las condiciones de comercialización entre estos y la industria frigorífica.

Sistemas de alta carga con suplementación

En las mismas condiciones productivas y de manejo (ej. fechas de engorde, peso vivos iniciales, raza, etc.) que las aplicadas en los tratamientos pastoriles (NOF de 2 o de 4 %PV), en comparación con el tratamiento de alta carga sin suplementación por la inclusión de la suplementación (rango de 0,6 al 1,2% del PV) a la misma asignación del forraje del 2% PV, se destaca:

- Incremento de la ganancia de peso diaria de 0,35-0,65 a 0,60-0,98 kg/vaca/día.
- Aumento de la producción animal por unidad de superficie de 84-133 a 169-318 kgPV/ha.
- Una tendencia al incremento de las cargas animales utilizadas de 2,0-2,2 a 2,1-3,0 vacas/ha.
- Una tendencia hacia superiores pesos vivos finales de engorde de 477-518 a 528-560 kgPV.
- Sin mayores cambios a nivel del forraje, esta producción animal se logra con una oferta y altura de forraje disponible en el rango de 1700-2540 kgMS/ha y 14-22 cm, respectivamente, mientras que estos valores para el forraje remanente fueron de 770-890 kgMS/ha y 4-10 cm, respectivamente. Los niveles de utilización de forraje se ubicaron en el rango de 51-63%.

Con respecto al uso de suplemento y su eficiencia se señala que.

- El consumo diario de suplemento por vaca varió de 2,9-6,0 kg/vaca/día.
- La eficiencia de conversión varió en el rango de 5,7 - 36,7 kg suplemento/kg PV ganado. Las mejores eficiencias (5,7 - 11,4 kg suplemento/kg de PV ganado) se encontraron en las menores asignaciones de suplemento (0,6%PV/vaca/día).

Durante el año 2013, se encontraron diferencias significativas entre T ($P < 0,05$) en el peso del corte pistola, la suma de los cortes de valor y el Rump & Loin, siendo superiores en el T NOF4 y los T con agregado de suplemento e inferiores en el T NOF2.

En términos generales, los niveles de productividad animal del sistema de alta carga con suplemento (NOF 2 %PV + AA0,6-1,2 %PV) en las Areniscas son similares a los logrados por los sistemas puramente pastoriles pero sin uso de suplementos (NOF 4 %PV).

2.4. Calidad de Canal

2.4.1. Región de Basalto con la raza Hereford

Las variables medidas en la canal (área de ojo de bife -AOB-, espesor de grasa subcutánea -EGS-, espesor de grasa a nivel del cuadril -P8- y el contenido de grasa intramuscular -GIM-), estimados *in vivo* por medio de la ultrasonografía al inicio y al final del periodo de estudio en cada año, no fueron afectadas sustancialmente por los tratamientos aplicados, con la excepción de tratamiento pastoril sin suplementación que consistentemente presentó menor nivel de engrasamiento que los restantes tratamientos que recibían un mejor nivel de alimentación.

Los grados de conformación y engrasamiento medidos según el sistema de tipificación y clasificación de canales de INAC se encontraron principalmente caracterizados como "A" y "grado 2", respectivamente siendo estos considerados como aceptables por parte de la industria frigorífica. De cualquier manera, particularmente, los pesos altos de canales (año 2013) llevaron a que una gran proporción de animales se encontraron en la categoría 3 de grasa, considerada como excesiva. Por otro lado, si se tiene en cuenta la clasificación USDA de evaluación de canales, las mismas se encontraron dentro de la clasificación "Utility" (baja calidad), debido a los bajos grados de GIM (entre "Tr" y "SI") y los altos grados de madurez esquelética ("C" y "D").

Los valores promedio mínimos de peso de canal caliente superaron 237 y 266 kg aumentando aún más a medida que se mejoró el NOF y se incorporó la suplementación. Ello determinó que una gran proporción de las canales tuvieran un peso superior a los 250 kg, valores que son significativamente mayores a los reportados por Correa y Brito (2017) en las 3 auditorías nacionales de calidad de la carne (2003, 2008 y 2013) en vacas de descarte.

El mayor nivel de alimentación determinó mayores pesos del corte pistola, de la suma de los cortes de valor y el Rump & Loin. Asimismo, en todos los sistemas evaluados los pesos promedios del lomo y el cuadril superaron el calibre definido como aceptable por la industria frigorífica de 1,8 kg y 3,5 kg, respectivamente.

2.4.2. Región de Areniscas con la raza Braford

Se observó la misma respuesta que en los estudios presentados anteriormente para la región de Basalto con vacas de descarte de la raza Hereford, donde el AOB, EGS, P8 y el contenido de GIM.

La mayor proporción de las vacas faenadas presentaron grados de conformación A (aceptables por parte de la industria exportadora), siendo muy baja la proporción de canales con clasificación C y N. En los grados de terminación, la mayoría de las canales tuvieron grados aceptables de 2. En cambio, considerando el sistema de clasificación USDA de evaluación de canales, las mismas se encontraron dentro de la clasificación "Utility", debido a los bajos grados de GIM (entre "Pd" y "Tr") y los altos grados de madurez esquelética ("C" y "D").

Independientemente de tratamiento aplicado y el año de evaluación considerado, el valor promedio del peso de las canales calientes fueron superiores a 230 kg, rango de 238-271 kg, los cuales fueron sustancialmente mayores a los reportados por Correa y Brito (2017) en la auditoría nacional de la calidad

de la carne del Uruguay (2003, 2008 y 2013). También se destaca, que en general, más del 60% de las canales calientes tuvieron pesos superiores a los 230 kg, mejorando estos parámetros a medida que aumentaba el NOF o se incluía suplemento en la dieta de las vacas.

Asociados a los pesos de las canales, se destacan los mayores pesos del corte pistola, de la suma de los cortes de valor y el Rump & Loin. Este proceso estuvo ligado a la mejora de la alimentación y nutrición de las vacas, producto de un mayor NOF o el agregado de suplemento. En cualquiera de los escenarios evaluados, los promedios de los calibres requeridos por la industria para el lomo se encontraron por encima del valor crítico de 1,8 kg, así como también para el peso promedio del bife (superior a 3,5 kg para todos los casos).

2.5. Calidad de Carne

2.5.1. Región de Basalto con la raza Hereford

Los valores de pH registrados a las 48 horas *post mortem* en todos los sistemas de alimentación utilizados para la raza Hereford, no presentaron valores superiores a 5,8, indicando buenas características para su conservación y comercialización (Santini *et al.*, 2003).

El color de la grasa no se vio afectado por los sistemas de alimentación utilizados en estas experiencias, encontrándose dentro de los rangos aceptables según la escala de Aus-Meat (2016) (menor a 7) por parte de la industria y los consumidores. En relación al color de la carne, en general tampoco se encontraron diferencias entre los sistemas de evaluación comparados. Adicionalmente, se observó que con mayores periodos de maduración la carne tomó colores más brillantes (mayor L*) y más rojos (mayor a*), sin grandes cambios en el amarillamiento (b*), teniendo como resultado una mayor probabilidad de aceptación por parte del consumidor.

Con estos sistemas de alimentación en la categoría de vacas de descarte, las vacas de la raza Hereford obtuvieron en promedio valores aceptables de terneza (menores a 4,5 kgF), capaces de satisfacer las exigencias de los consumidores en diferentes mercados de exportación, comparables con los resultados obtenidos en novillos bajo sistemas de producción similares. Sin embargo, a diferencia de la categoría novillos en donde se ha demostrado que periodos de maduración de 7 días son suficientes para lograr buenos niveles de terneza (Realini *et al.* 2004, Luzardo *et al.* 2014), en las vacas dichos periodos deben de ser al menos de 14 días.

2.5.2. Región de Areniscas con la raza Braford

Al igual que en el caso de la raza Hereford, los valores de pH registrados a las 48 horas *post mortem* en todos los sistemas de alimentación utilizados y 3 años de evaluación no tuvieron valores superiores a 5,8, indicando nuevamente para esta categoría y la raza Braford buenas características para su conservación y comercialización.

En general, las variaciones en los niveles de energía de la dieta en los tratamientos evaluados no determinaron diferencias ni en el color de la grasa ni en los parámetros que definen el color de la carne para la raza Braford, aunque al igual que para el caso de la raza Hereford el aumento del periodo de maduración mejoró los parámetros de color de la carne. No se encontraron grados de rechazo en el color de grasa (7 y 8, según escala Aus-Meat, 2016) en ningún caso. Esta información concuerda con los datos obtenidos en la Auditoría de Calidad de Carne realizada por INIA e INAC (Correa y Brito, 2017).

Para el caso de la información de vacas de descarte de la raza Braford, la terneza de la carne no logró valores aceptables en los periodos de maduración utilizados, concordando estos resultados con los establecidos por Wulf *et al.* (1997), Crouse *et al.*, Shacklford *et al.*, citados por Soria y Corva (2004).

2.6. Proporciones, perfiles y relaciones de ácidos grasos en la carne

2.6.1. Región de Basalto con la raza Hereford

En la composición de los ácidos grasos, los sistemas exclusivamente pastoriles o con niveles bajos de suplementación bajo pastoreo utilizados en este estudio, demuestran que la carne proveniente de vacas de descarte de la raza Hereford, cumplen las recomendaciones internacionales en cuanto a la composición de ácidos grasos, concentración de CLA y niveles de la relación n-6/n-3.

2.6.2. Región de Areniscas con la raza Braford

Al igual que en los estudios realizados en la región de Basalto con la utilización de vacas Hereford, durante estos experimentos en la relación AGPI/AGS también se encontró que estaba por debajo de los niveles deseados (mayor a 0,45) y que la relación n-6/n-3 se ubicó dentro de los rangos recomendados (menor a 4) por el Departamento de Salud del Reino Unido (Department of Health, 1994). Por lo tanto, es posible promover la producción de carne saludable a pasto y/o con bajo uso de niveles de suplementación con vacas de descarte.

3. REFLEXIONES FINALES

Esta publicación aporta un cúmulo importante de información científica y tecnológica que era muy escasa sobre la lógica productiva y económica del engorde de vacas de descarte en sistemas de cría, el diseño e incorporación de diferentes variantes productivas para mejorar la productividad de estos sistemas de invernada, así como caracteriza la calidad de la canal, la carne y asocia a esta última con aspectos de salud humana. Esta información constituye un aporte para la mejora de la competitividad de los productores criadores del norte del Uruguay, con proyección país, visión de cadena productiva, y alineado con las demandas de los mercados y de los consumidores en particular.

Se concluye que a través del uso eficiente de la pastura de alta productividad y valor nutricional y/o a través de la inclusión estratégica y eficiente de la suplementación en sistemas pastoriles en alta carga es posible mejorar la performance animal de los sistemas de cría, logrando mejores ganancias de peso vivo de vacas de descarte así como también valorizando y agregando valor al producto (calidad de canal, carne, momento de faena, etc.) por lo que en general y en particular en períodos de altos precios de la categoría vaca gorda, la inclusión de esta actividad en los predios ganaderos, tendría un significativo impacto en la productividad e ingreso económico de los establecimientos.

En la actualidad, con los precios manejados en las simulaciones de sistemas reales de producción y aún más si consideramos precios actuales, los sistemas de cría pueden incrementar su retorno al aumentar la eficiencia reproductiva. De cualquier manera, se debe comprender que el negocio en Uruguay es sensiblemente diferente a muchos países, incluso muy cercanos como la Argentina. La vaca en nuestro país no es un subproducto del sistema, no es un producto residual de bajo valor, sino que es un producto principal y que en muchos casos supera en importancia física y económica a la producción de terneros.

Es importante tener el concepto anterior muy presente a la hora de evaluar alternativas de mejora en los sistemas, en el sentido que medidas de alto costo para incrementar la preñez, pueden no obtener un retorno económico acorde, especialmente en sistemas con engorde de vacas, donde el beneficio marginal de la preñez es menor que en sistemas puramente de cría.

Los procesos de adopción de tecnología son muy complejos, interviniendo factores de origen tecnológico y no tecnológico donde, entre otros, se requiere de un tiempo prudencial de maduración y de la permanencia de señales favorables para que los cambios ocurran.

Como instituto de investigación e innovación, el INIA ofrece diferentes opciones tecnológicas que contemplen diferentes públicos, condiciones agroecológicas, opciones productivas y de mercado, para que los productores dispongan de la mejor información en tiempo y forma para favorecer el proceso de toma de decisiones. Este proceso requiere necesariamente de la anticipación del Instituto en la entrega de propuestas tecnológicas, que estén disponibles y maduras al momento que los productores las requieran, proceso que se mejora con el involucramiento activo de los mismos desde la génesis de las propuestas.

INIA se ha alineado con los profundos cambios ocurridos en la producción, industrialización y comercialización de los rubros pecuarios a nivel internacional y nacional y prueba de ello son las acciones y productos tecnológicos logrados en el presente trabajo, que también son insumos para objetivar el diálogo y posturas entre los diferentes actores de la cadena cárnica, así como contribuir con aportes a las estrategias de diferenciación y marketing de las carnes del país, y en particular de una categoría de alta significancia para la producción y faena nacional.

4. BIBLIOGRAFÍA

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.

CARÁMBULA, M. 1993. Cultivos forrajeros de alta eficiencia. 22 p. (Boletín Divulgación 38).

CORREA, D.; BRITO, G. 2014. Fase II – Trabajo en plantas frigoríficas. En: Brito, G.; Correa, D.; San Julián, R. (Eds). Tercera auditoria de calidad de carne vacuna del Uruguay - 2013: Montevideo, INIA. p 13–34. (Serie Técnica 229).

CUADRO, R. 2010. Verdeos de invierno: evaluación de verdeos de invierno bajo pastoreo sobre suelos de basalto. En: Jornada En Unidad Experimental Glencoe. Después de las lluvias. Desafíos de producción animal y forraje para los próximos meses. INIA. pp. 9-12. (Serie De Actividades De Difusión 601).

DEPARTMENT OF HEALTH. 1994. Report of health and social subject. Nutritional aspects of cardiovascular disease. No. 46. (London: HMSO).

FORMOSO, F. 2007. Conceptos sobre implantación de pasturas. En: Jornada de instalación y manejo de pasturas. INIA. Pp. 17-38. (Serie De Actividades De Difusión 483).

FORMOSO, F. 2010. Producción de forraje y calidad de verdeos de invierno y otras alternativas de producción otoño-invernales. Montevideo. INIA (Serie Técnica 184).

GARCÍA, J. 2004. Respuesta al N de gramíneas y mezclas. pp 9-10. Serie actividades difusión 380.

GARCÍA, J. 2003. Crecimiento y calidad de gramíneas forrajeras en La Estanzuela. (Serie Técnica 133).

INAC. 2016. Anuario estadístico 2016. Montevideo: INAC. pp 17 - 50 .

LUZARDO, S.; CUADRO, R.; MONTOSI, F.; BRITO, G. 2014. Intensificación de sistemas de engorde bovino en la región basáltica. En: Berreta, E.; Montossi, F.; Brito, G. (Eds.) Alternativas tecnológicas para los sistemas ganaderos del Basalto. pp. 127-154. (Serie técnica 217).

MONTOSI, F.; SOARES DE LIMA, J.; BRITO, G.; BERRETTA, E. 2014. Impacto en lo productivo y económico de las diferentes orientaciones productivas y tecnologías propuestas para la región del basalto. En: alternativas tecnológicas para los sistemas ganaderos del basalto. Tacuarembó, INIA. pp. 557-568. (Serie Técnica 217).

FIGURINA, G. 1999. Engorde de vacas de refugio Tacuarembó (Uruguay). Tacuarembó, INIA. pp. 18-19. (Serie de Actividades de Difusión 198).

REALINI, C.; DUCKETT, S.; BRITO, G.; DALLA RIZZA, M.; DE MATTOS, D. 2004. Effect of pasture vs. Concentrate feeding with or without antioxidants on carcass characteristics, fatty acid composition, and quality of uruguayan beef. Meat Science. 66(3): 657-577.

SANTINI, F.; REARTE, D.; GRIGERA, J.M. 2003. Algunos aspectos sobre la calidad de las carnes bovinas asociadas a los sistemas de producción. En: Jornada de actualización ganadera (1ª, 2001, balcarce). Resúmenes, Balcarce, INTA. 29-37.

SOARES DE LIMA, J.M.; MONTOSI, F. 2016. Entendiendo la logica de los sistemas de cria de Uruguay. pp 7 – 12. (Revista INIA, 47).

SORIA, L.; CORVA, P. 2004. Factores genéticos y ambientales que determinan la terneza de la carne bovina. Archivos Latinoamericanos de Producción Animal. 12 (2): 73-88.

WULF, D.; O`CONNOR, S.; TATUM, J.; SMITH, G. 1997. Using objective measures of muscle color to predict beef longissimus tenderness. Journal of Animal Science. 75(3): 684-692.

CAPÍTULO VII ANEXOS

Anexo 1. Composición química de los bloques de sales minerales utilizados en ambas Unidades Experimentales.

Componente	Cantidad	Componente	Cantidad
Fósforo (P)	3,7 – 5,0%	Yodo (I)	40 mg/kg
Calcio (Ca)	11,5 – 15,5%	Zinc (Zn)	470 mg/kg
Magnesio (Mg)	1,0%	Selenio (Se)	15 mg/kg
Cloruro de sodio (NaCl)	42,0 – 52,0%	Melaza	5%
Hierro (Fe)	2500 mg/kg	Vitamina A	20000 UI/kg
Cobre (Cu)	200 mg/kg	Vitamina D	2000 UI/kg
Cobalto (Co)	8 mg/kg	Vitamina E	20 UI/kg

Anexo 2. Valor nutritivo del forraje ofrecido y remanente en cada año de estudio en la Unidad Experimental Glencoe.

Ofrecido (%)	Año 2013				P valor
	NOF 2	NOF 4	NOF 2 + AA0,8	NOF 2 + AA1,6	
PC	12,3	12,6	13,4	13,0	ns
FDA	25,0	25,1	25,5	25,5	ns
FDN	44,7	45,0	45,9	44,9	ns
C	10,5	11,0	11,1	10,6	ns
Remanente (%)					
PC	11,7	12,3	10,7	11,5	ns
FDA	32,5	31,9	33,2	32,7	ns
FDN	56,6	56,5	58,1	59,1	ns
C	14,4	13,6	13,2	13,5	ns
Ofrecido (%)	Año 2014				P valor
	NOF 2	NOF 4	NOF 2 + AA0,6	NOF 2 + AA1,2	
PC	15,4	15,7	16,0	16,2	ns
FDA	25,5	28,1	25,3	24,5	ns
FDN	46,4	50,9	45,7	45,3	ns
C	10,5	11,2	12,2	10,5	ns
Remanente (%)					
PC	15,6	12,1	13,7	14,4	ns
FDA	33,1 a	31,4 ab	35,7 a	28,8 b	*
FDN	57,7	56,1	61,0	55,7	ns
C	17,1	14,9	12,6	13,0	ns

Nota: NOF: nivel de oferta de forraje; AA: afrechillo de arroz; 2, 4, 0,6, 0,8, 1,2, 1,6 % PV. ns = no significativo.

Anexo 3. Peso promedio de cortes, recortes de carne y huesos que surgen del corte pistola, según año de estudio en la Unidad Experimental "Glencoe".

Cortes (kg)	Año 2013				P valor
	NOF2	NOF4	NOF2 + AA0,8	NOF2 + AA1,6	
Nalga de adentro	7,3 b	8,1 a	8,2 a	8,6 a	**
Nalga de afuera	7,1	7,7	7,6	7,9 a	ns
Bola de lomo	5,0	5,1	5,1	5,3	ns
Colita de cuadril	1,2 b	1,4 a	1,5 a	1,5 a	**
Tortuga con banana	2,0	2,1	2,2	2,2	ns
Garrón	1,8	1,9	2,0	2,0	ns
Vacío	3,9 b	5,1 a	4,8 ab	5,2 a	**
Recortes	3,5	3,5	3,6	4,1	ns
Huesos	12,1	12,9	12,8	13,1	ns
Cortes (kg)	Año 2014				P valor
	NOF2	NOF4	NOF2 + AA0,6	NOF2 + AA1,2	
Nalga de adentro	7,1	7,4	7,7	7,6	ns
Nalga de afuera	6,1	6,6	6,6	6,6	ns
Bola de lomo	4,5	4,9	4,8	4,7	ns
Colita de cuadril	1,2	1,3	1,3	1,3	ns
Tortuga con banana	1,9	1,9	2,0	1,9	ns
Garrón	1,8	1,8	1,9	1,8	ns
Vacío	2,8	3,1	2,9	3,5	ns
Recortes	4,6	4,1	4,4	3,9	ns
Huesos	11,3	11,3	11,6	11,2	ns

Nota: NOF: nivel de oferta de forraje; AA: afrechillo de arroz; 2, 4, 0,6, 0,8, 1,2, 1,6% PV. Rump & Loin = lomo + bife + cuadril. Cortes de valor = Rump & Loin + nalga de adentro de afuera + bola de lomo + colita de cuadril. a y b = medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes. ** = P<0,01. * = P<0,05. ns = no significativo.

Anexo 4. Color de la carne y de la grasa por tratamiento según periodo de maduración para el año 2013 y el año 2014 en la Unidad Experimental "Glencoe".

	Año 2013				P valor
	NOF2	NOF4	NOF2 +AA0,8	NOF2 + AA1,6	
Color de grasa	4,0	4,3	4,2	4,4	ns
Color de la carne					
L* 2 días	33,2	33,8	33,9	34,0	ns
L* 7 días	33,9	34,4	34,8	34,7	ns
L* 14 días	34,4 c	35,8 ab	34,6 bc	36,1 ab	*
L* 21 días	35,9	37	36,3	36,7	ns
a* 2 días	19,6	18,9	20,1	19,8	ns
a* 7 días	17,3	17,5	17,3	17,9	ns
a* 14 días	16,9	16,9	17,1	16,2	ns
a* 21 días	17,2	16,7	16,4	17,4	ns
b* 2 días	8,9	8,7	9,3	9,4	ns
b* 7 días	9,2	9,4	9,6	9,5	ns
b* 14 días	9,7	9,3	9,3	9,5	ns
b* 21 días	10,1	9,9	9,9	10,1	ns
	Año 2014				P valor
	NOF2	NOF4	NOF2 +AA0,6	NOF2 + AA1,2	
Color de grasa	3,50	3,3	3,5	3,5	ns
Color de la carne					
L* 2 días	34,0	34,8	34,1	34,4	ns
L* 7 días	35,1	36,1	35,5	36,4	ns
L* 14 días	36,6	38,1	36,5	37,4	ns
L* 21 días	37,6	38,7	36,7	37,9	ns
a* 2 días	19,5	19,6	20,3	20,7	ns
a* 7 días	17,5	17,4	17,3	18,3	ns
a* 14 días	14,4	17,4	16,1	15,7	ns
a* 21 días	17,3	17,6	17,2	18,1	ns
b* 2 días	8,8	9,3	9,5	9,7	ns
b* 7 días	9,0	9,7	9,4	10,1	ns
b* 14 días	9,2	10,5	9,4	10,0	ns
b* 21 días	9,4	9,7	9,2	9,6	ns

Nota: NOF: nivel de oferta de forraje; AA: afrechillo de arroz; 2, 4, 0,6, 0,8, 1,2, 1,6% PV. L* = luminosidad. a*= rojo. b*= amarillamiento. 2, 7, 14 y 21 días = período de maduración. ns = no significativo.

Anexo 5. Contenido de grasa intramuscular y composición de los ácidos grasos en la Unidad Experimental "Glencoe.

%	Año 2013				P valor
	NOF2	NOF4	NOF2 + AA0,8	NOF2 + AA1,6	
C 14:0	2,1 a	2,6 a	2,3 ab	2,15 bb	*
C 14:1	0,35	0,40	0,40	0,30	ns
C 16:0	27,5	28,6	27,7	27,39	ns
C 16:1	3,8	4,0	4,0	3,44	ns
C 18:0	16,2	15,7	15,7	17,1	ns
C 18:1	45,0	44,9	45,6	44,84	ns
18:2 n-6	2,0 bc	1,7 c	2,3 ab	2,74 a	**
C 20:0	0,09 a	0,05 b	0,03 b	0,05 b	*
C 18:3 n-6	0,04	0,04	0,04	0,05	ns
C 18:3 n-3	0,72 a	0,56 ab	0,42 b	0,41 b	**
C 20:2 n-6	0,03	0,02	0,02	0,02	ns
C 20:3 n-3	0,14	0,08	0,13	0,14	ns
C 20:3 n-6	0,05	0,04	0,03	0,05	ns
C 20:4 n-6	0,76 a	0,41 b	0,47 b	0,56 ab	*
C 20:5 n-3	0,27 a	0,19 b	0,12 b	0,13 b	**
C 22:5 n-3	0,34 a	0,23 b	0,15 b	0,19 b	**
C 22:6 n-3	0,09 a	0,08 ab	0,06 ab	0,05 b	*
%	Año 2014				P valor
	NOF2	NOF4	NOF2 + AA0,6	NOF2 + AA1,2	
C 14:0	1,7	1,7	1,7	1,7	ns
C 14:1	0,40	0,46	0,4	0,40	ns
C 16:0	30,4	30,1	28,3	29,4	ns
C 16:1	4,7	5,0	4,4	4,1	ns
C 18:0	16,7	14,5	17,0	16,9	ns
C 18:1	39,8	39,4	39,5	38,9	ns
18:2 n-6	5,5	5,1	5,4	5,4	ns
C 20:0	0,10	0,08	0,11	0,10	ns
C 18:3 n-6	0,08	0,07	0,09	0,07	ns
C 18:3 n-3	0,84 a	0,88 a	0,62 b	0,62 b	**
C 20:2 n-6	0,05	0,04	0,03	0,03	ns
C 20:3 n-3	0,06	0,07	0,06	0,07	ns
C 20:3 n-6	0,04	0,03	0,04	0,04	ns
C 20:4 n-6	0,75	0,85	0,77	0,75	ns
C 20:5 n-3	0,30	0,33	0,25	0,22	ns
C 22:5 n-3	1,1	1,1	1,1	1,1	ns
C 22:6 n-3	0,061 a	0,038 b	0,051 ab	0,047 b	*

Nota: NOF: nivel de oferta de forraje; AA: afrechillo de arroz; 2, 4, 0,6, 0,8, 1,2, 1,6% PV. a y b = medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes. ** = P<0,01. * = P<0,05. ns = no significativo.

Anexo 6. Composición botánica del forraje ofrecido y remanente en cada año de estudio en la Unidad Experimental "La Magnolia".

Ofrecido (%)	Año 2013				P valor
	NOF 2	NOF 4	NOF 2 + AA0,8		
PC	13,3	13,2	13,0		ns
FDA	24,9	25,3	24,5		ns
FDN	44,9	45,7	44,9		ns
C	10,9	11,0	10,6		ns
Remanente (%)					
PC	12,1	11,1	11,5		ns
FDA	32,7	32,8	32,7		ns
FDN	57,7	57,4	59,1		ns
C	13,4	13,6	13,5		ns
Ofrecido (%)	Año 2014				P valor
	NOF 2	NOF 4	NOF 2 + AA0,6	NOF2 + AA1,2	
DIV	66,3	68,0	68,0	67,6	ns
PC	15,4	15,7	15,4	16,5	ns
FDA	26,6	25,8	26,5	25,9	ns
FDN	49,1	47,0	48,1	47,3	ns
C	7,3	7,3	7,5	7,2	ns
Ofrecido (%)	Año 2015				P valor
	NOF 2	NOF 4	NOF 2 + AA0,6	NOF2 + AA1,2	
DIV	64,1	65,2	66,3	67,3	ns
PC	19,9	18,0	22,9	20,8	ns
FDA	28,0	24,4	26,4	27,2	ns
FDN	51,6	50,9	48,5	50,1	ns
C	9,8 a	9,1 ab	9,2 ab	8,1 b	*
Remanente (%)					
DIG	32,5	39,4	41,4	38,7	ns
PC	11,1	11,6	13,9	12,4	ns
FDA	44,1 a	39,6 b	41,3 ab	42,9 ab	*
FDN	72,0	67,9	67,1	69,2	ns
C	12,4	9,7	14,4	12,4	ns

Nota: NOF: nivel de oferta de forraje; AA: afrechillo de arroz; 2, 4, 0,6, 1,2 % PV. ns = no significativo.

Anexo 7. Composición botánica del forraje ofrecido y remanente en cada año de estudio en la Unidad Experimental "La Magnolia".

Ofrecido (%)	Año 2013				
	NOF 2	NOF 4	NOF 2 + AA0,8		
Raigrás hoja	50,9	48,5	51,7		ns
Raigrás tallo	12,2	15,8	13,9		ns
Avena hoja	19,8	21,9	19,2		ns
Avena tallo	17,3	13,8	15,3		ns
Remanente (%)					
Raigrás hoja	32,5	40,1	37,9		ns
Raigrás tallo	25,6	19,0	24,4		ns
Avena hoja	15,1	13,9	14,8		ns
Avena tallo	26,8	27,1	22,9		ns
Ofrecido (%)	Año 2014				P valor
	NOF 2	NOF 4	NOF 2 + AA0,6	NOF2 + AA1,2	
Raigrás hoja	41,0	45,6	37,5	40,8	ns
Raigrás tallo	2,3	1,9	2,0	0,9	ns
Avena hoja	47,5	44,0	50,7	51,1	ns
Avena tallo	8,8	8,3	9,5	7,0	ns
Otras gramíneas	0,3	0,3	0,2	0,1	ns
Malezas	0	0	0,1	0,1	ns
Remanente (%)					
Raigrás hoja	46,4	45,0	53,7	56	ns
Avena hoja	50,6	54,2	46,3	43,1	ns
Avena tallo	3,0	0,8	0	0,9	ns
Ofrecido (%)	Año 2015				
	NOF 2	NOF 4	NOF 2 + AA0,6	NOF2 + AA1,2	
Raigrás hoja	11,9	7,3	10,9	9,4	ns
Raigrás tallo	5,2	4,3	7,1	3,4	ns
Avena hoja	45,3	50,2	49,1	50,2	ns
Avena tallo	27,3	30,6	25,0	34,5	ns
Otras gramíneas	0,7	2,8	0,8	0,5	ns
Leguminosas	2,3	0,4	1,3	0	ns
Malezas	7,3	4,4	5,8	2,0	ns
Remanente (%)					
Raigrás hoja	1,3	3,3	2,5	2,0	ns
Raigrás tallo	5,9	10,1	7,5	8,0	ns
Avena hoja	0,6	9,1	10,5	7,1	ns
Avena tallo	63,3	59,1	63,1	73,1	ns
Otras gramíneas	5,5	3,6	0	4,4	ns
Malezas	23,3	14,8	16,4	5,5	ns

Nota: NOF: nivel de oferta de forraje; AA: afrechillo de arroz; 2, 4, 0,6, 1,2 % PV. ns = no significativo.

Anexo 8. Peso del corte pistola y los cortes que surgen del mismo para cada tratamiento en los años 2013, 2014 y 2015.

Cortes (kg)	Año 2013				P valor
	NOF2	NOF4	NOF2 + AA0,8		
Nalga de adentro	8,7	8,2	8,0		ns
Nalga de afuera	7,1	6,8	6,8		ns
Bola de lomo	4,9	4,5	4,6		ns
Colita de cuadril	1,3	1,2	1,3		ns
Tortuga con banana	1,9	1,9	1,9		ns
Garrón	1,8	1,6	1,7		ns
Vacío	4,3	3,9	4,5		ns
Recortes	2,5	2,9	2,0		ns
Huesos	11,1	10,0	10,2		ns

Cortes (kg)	Año 2014				P valor
	NOF2	NOF4	NOF2 + AA0,6	NOF2 + AA1,2	
Nalga de adentro	7,7	8,0	8,4	8,1	ns
Nalga de afuera	6,6	7,0	7,3	7,0	ns
Bola de lomo	4,7	4,8	5,0	4,8	ns
Colita de cuadril	1,1	1,2	1,3	1,3	ns
Tortuga con banana	1,8	1,8	2,0	1,8	ns
Garrón	1,7	1,7	1,8	1,8	ns
Vacío	2,7	2,9	2,9	2,9	ns
Recortes	3,6	4,1	4,3	4,2	ns
Huesos	11,1	11,1	11,4	11,5	ns

Cortes (kg)	Año 2015				P valor
	NOF2	NOF4	NOF2 + AA0,6	NOF2 + AA1,2	
Nalga de adentro	7,7	7,6	8,0	7,9	ns
Nalga de afuera	7,0	6,8	7,4	7,5	ns
Bola de lomo	4,8	4,7	4,7	4,6	ns
Colita de cuadril	1,3	1,3	1,3	1,3	ns
Tortuga con banana	2,0	1,9	2,0	2,1	ns
Garrón	1,9	1,8	1,9	2,0	ns
Recortes	3,2	3,6	3,2	3,3	ns
Huesos	18,0	19,1	19,6	19,9	ns

Cortes (kg)	Año 2015				P valor
	NOF2	NOF4	NOF2 + AA0,6	NOF2 + AA1,2	
Nalga de adentro	7,7	7,6	8,0	7,9	ns
Nalga de afuera	7,0	6,8	7,4	7,5	ns
Bola de lomo	4,8	4,7	4,7	4,6	ns
Colita de cuadril	1,3	1,3	1,3	1,3	ns
Tortuga con banana	2,0	1,9	2,0	2,1	ns
Garrón	1,9	1,8	1,9	2,0	ns
Recortes	3,2	3,6	3,2	3,3	ns
Huesos	18,0	19,1	19,6	19,9	ns

Nota: NOF: nivel de oferta de forraje; AA: afrechillo de arroz; 2, 4, 0,6, 1,2% PV. Rump & Loin = suma de lomo bife y cuadril. Suma de cortes de valor = suma de Rump & Loin, nalga de adentro, de afuera, bola de lomo y colita de cuadril. a y b = medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes. ** = P<0,01. * =

Anexo 9. Color de la carne y de la grasa durante el año 2013.

	Año 2013				P valor
	NOF2	NOF4	NOF2 +AA0,8		
Color de grasa	4,7	4,4	4,6		ns
Color de la carne					
L* 2 días	32,4	30,8	32,8		ns
L* 7 días	34,3	33,0	35,3		ns
L* 14 días	36,0	34,8	36,9		ns
L* 21 días	37,7	37,0	37,8		ns
a* 2 días	20,5	19,8	21,1		ns
a* 7 días	19,6	19,7	20,3		ns
a* 14 días	20,8	19,7	21,9		ns
a* 21 días	20,0	17,8	18,7		ns
b* 2 días	9,3	9,7	9,5		ns
b* 7 días	9,9	9,9	10,4		ns
b* 14 días	11,1	10,2	11,5		ns
b* 21 días	11,1	10,2	10,9		ns
	Año 2014				P valor
	NOF2	NOF4	NOF2 +AA0,6	NOF2 + AA1,2	
Color de grasa	3,6	3,8	3,8	3,6	ns
Color de la carne					
L* 2 días	32,1	34,4	32,6	33,2	ns
L* 7 días	33,0	35,4	35,2	35,1	ns
L* 14 días	34,0	36,1	35,4	35,4	ns
L* 21 días	34,7	36,3	35,5	35,9	ns
a* 2 días	17,5	18,3	17,8	17,7	ns
a* 7 días	15,0	15,8	15,8	15,5	ns
a* 14 días	15,2	16,8	17,8	17,5	ns
a* 21 días	13,5	15,3	15,3	14,9	ns
b* 2 días	7,9	8,7	8,4	8,2	ns
b* 7 días	7,7 b	8,7 ab	9,1 a	8,8 ab	*
b* 14 días	8,3	9,5	9,4	9,5	ns
b* 21 días	8,8	9,6	9,4	9,4	ns
	Año 2015				P valor
	NOF2	NOF4	NOF2 +AA0,6	NOF2 + AA1,2	
Color de grasa	5,6	4,8	5,0	4,8	ns
Color de la carne					
L* 2 días	33,5	32,8	32,4	33,0	ns
L* 7 días	35,5	34,6	34,4	35,1	ns
L* 14 días	36,0	34,7	35,1	35,6	ns
L* 21 días	36,0	35,0	36,1	35,9	ns
a* 2 días	16,2	17,3	17,0	17,9	ns
a* 7 días	15,8	16,1	16,5	16,9	ns
a* 14 días	17,9 b	17,6 b	18,0 b	20,0 a	**
a* 21 días	15,8	16,4	15,4	16,1	ns
b* 2 días	7,7	8,1	8,3	8,7	ns
b* 7 días	8,4	8,4	8,8	9,2	ns
b* 14 días	9,2 ab	8,8 b	9,5 ab	10,4 a	*
b* 21 días	8,5	8,6	9,0	9,3	ns

Anexo 10. Contenido de grasa intramuscular y composición de los ácidos grasos para los años de estudio (201, 2014 y 2015).

Año 2013					
%	NOF2	NOF4	NOF2 + AA0,8		P valor
C 14:0	2,5 a	1,9 b	2,4 a		*
C 14:1	0,50 a	0,20 c	0,35 b		**
C 16:0	28,5	27,0	27,2		ns
C 16:1	3,5	3,2	3,4		ns
C 18:0	14,6 b	16,0 ab	18,0 a		*
C 18:1	44,7	44,6	43,5		ns
18:2 n-6	2,1	2,6	2,6		ns
C 20:0	0,13	0,12	0,13		ns
C 18:3 n-6	0,10	0,10	0,10		ns
C 18:3 n-3	0,76 a	1,03 ab	0,49 b		**
C 20:2 n-6	0,03	0,04	0,03		ns
C 20:3 n-3	0,18	0,20	0,16		ns
C 20:4 n-6	0,82 b	1,20 a	0,61 b		**
C 20:5 n-3	0,36 ab	0,49 a	0,19 b		**
C 22:5 n-3	0,39 ab	0,53 a	0,25 b		**
C 22:6 n-3	0,19	0,16	0,10		ns
Año 2014					
%	NOF2	NOF4	NOF2 + AA0,6	NOF2 + AA1,2	P valor
C 14:0	2,2	2,4	2,5	2,2	ns
C 14:1	0,44	0,50	0,35	0,36	ns
C 16:0	30,2	30,9	30,9	30,5	ns
C 16:1	4,8	4,7	4,3	4,1	ns
C 18:0	13,8 b	14,3 b	15,5 ab	16,5 a	*
C 18:1	40,1	39,4	39,3	39,0	ns
18:2 n-6	4,0	4,4	4,2	4,5	ns
C 20:0	0,09	0,08	0,09	0,07	ns
C 18:3 n-6	0,11	0,10	0,10	0,10	ns
C 18:3 n-3	0,77 a	0,66 a	0,51 b	0,46 b	*
C 20:2 n-6	0,04 a	0,04 a	0,03 b	0,03 b	**
C 20:3 n-3	0,04	0,03	0,04	0,03	ns
C 20:3 n-6	0,03	0,03	0,03	0,04	ns
C 20:4 n-6	1,08 a	0,75 b	0,77 b	0,60 b	*
C 20:5 n-3	0,39 a	0,28 b	0,24 b	0,20 b	**
C 22:6 n-3	0,08	0,06	0,05	0,07	ns
Año 2015					
%	NOF2	NOF4	NOF2 + AA0,6	NOF2 + AA1,2	P valor
C 14:0	1,6 b	2,3 a	2,0 ab	2,1 ab	*
C 14:1	0,34	0,43	0,39	0,46	ns
C 16:0	28,8 ab	30,9 a	28,0 b	30,0 ab	*
C 16:1	3,7 b	4,5 a	4,5 a	4,3 ab	*
C 18:0	15,8	15,0	16,0	15,8	ns
C 18:1	39,2	39,0	40,3	39,4	ns
18:2 n-6	5,5 a	4,3 b	4,9 ab	4,5 b	*
C 20:0	0,09	0,09	0,10	0,12	ns
C 18:3 n-6	0,09	0,09	0,08	0,07	ns
C 18:3 n-3	1,00 a	0,66 bc	0,80 ab	0,60 c	**
C 20:2 n-6	0,06	0,04	0,05	0,04	ns
C 20:3 n-3	0,07	0,04	0,05	0,05	ns
C 20:3 n-6	0,04	0,04	0,04	0,04	ns
C 20:4 n-6	1,2	0,8	0,8	0,9	ns
C 20:5 n-3	0,47 a	0,33 ab	0,35 ab	0,28 b	**
C 22:5 n-3	1,4 a	1,2 ab	1,1 ab	1,0 b	*
C 22:6 n-3	0,05	0,05	0,05	0,05	ns

INIA Dirección Nacional

Andes 1365, P. 12

Montevideo

Tel. 598 2902 0550

Fax 598 2902 3633

iniadn@dn.inia.org.uy

INIA La Estanzuela

Ruta 50, Km 11

Colonia

Tel. 598 4574 8000

Fax 598 4522 4061

iniale@le.inia.org.uy

INIA Las Brujas

Ruta 48, Km 10

Canelones

Tel. 598 2367 7641

Fax 598 2367 7609

inia_lb@lb.inia.org.uy

INIA Salto Grande

Camino al Terrible

Salto

Tel. 598 4733 5156

Fax 598 4732 9624

inia_sg@sg.inia.org.uy

INIA Tacuarembó

Ruta 5, Km 386

Tacuarembó

Tel. 598 4632 2407

Fax 598 4632 3969

iniatbo@tb.inia.org.uy

INIA Treinta y Tres

Ruta 8, Km 281

Treinta y Tres

Tel. 598 4452 2305

Fax 598 4452 5701

iniatt@tyt.inia.org.uy

www.inia.uy