

# 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
<b>Ofrecido</b>					
<b>Restos secos</b>	17,0	17,1	16,1	15,3	ns
<b>Material verde (MV)</b>	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
<b>Remanente</b>					
<b>Restos secos</b>	34,8	45,9	33,6	43,8	ns
<b>Material verde (MV)</b>	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
<b>Ofrecido</b>					
<b>Restos secos</b>	23,8	12,4	17,0	17,7	ns
<b>Material verde (MV)</b>	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
<b>Remanente</b>					
<b>Restos secos</b>	28,1	19,7	35,6	26,4	ns
<b>Material verde (MV)</b>	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
<b>PC</b>	12,8	11,6	15,8	13,5
<b>FDA</b>	25,0	32,6	25,7	32,2
<b>FDN</b>	45,1	57,6	46,9	57,5
<b>C</b>	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.

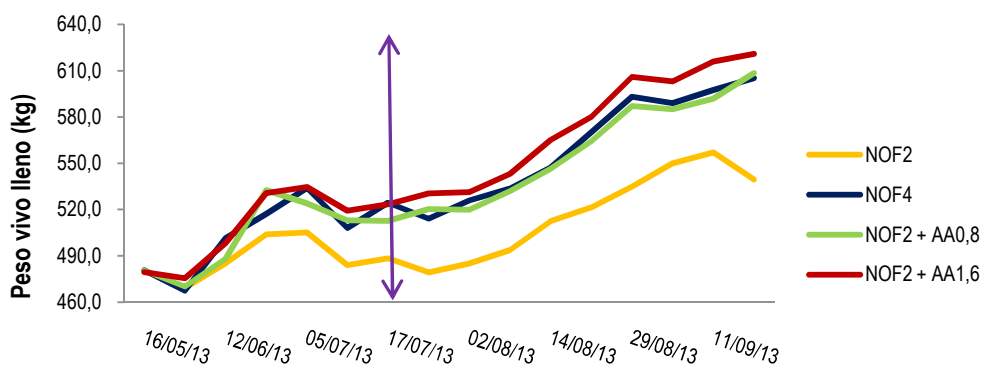
El tiempo dedicado a la actividad de rumia presentó diferencias muy significativas ( $P < 0,01$ ) únicamente en el año 2013, siendo mayor en NOF4, seguido por NOF2 y por último los T suplementados. La actividad de descanso, fue significativamente diferente entre T ( $P < 0,01$ ) y se comportó en forma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

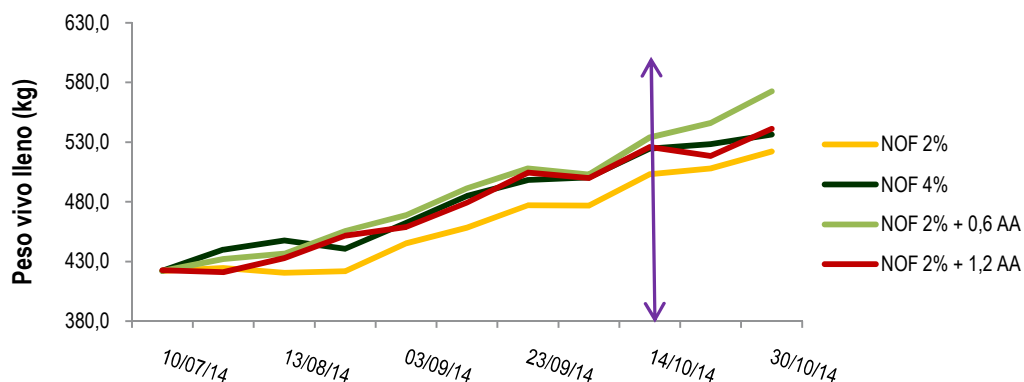


Nota: NOF: nivel de oferta de forraje; AA: afrechillo de arroz; 2, 4, 0,8, 1,6% PV.

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

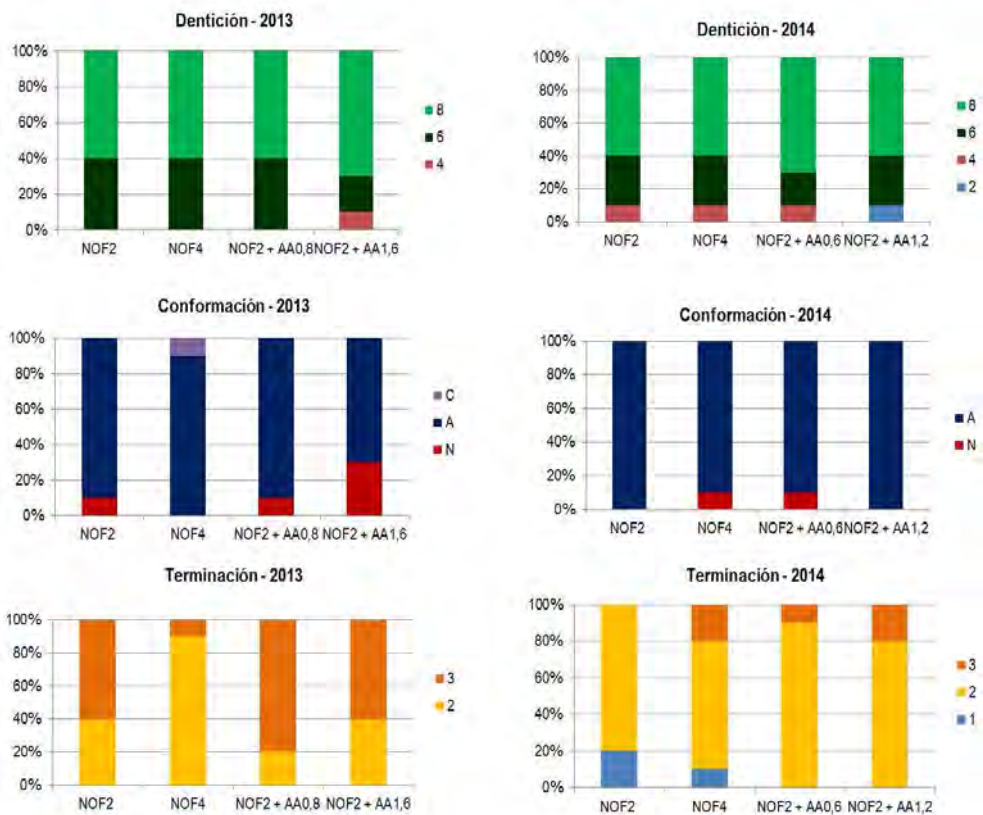
evaluados, a excepción de la GIM, mostraron diferencias entre T, determinando que el T NOF2 presentó ( $P < 0,05$ ) los menores valores con respecto a los restantes T, que a su vez fueron similares entre sí.

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.

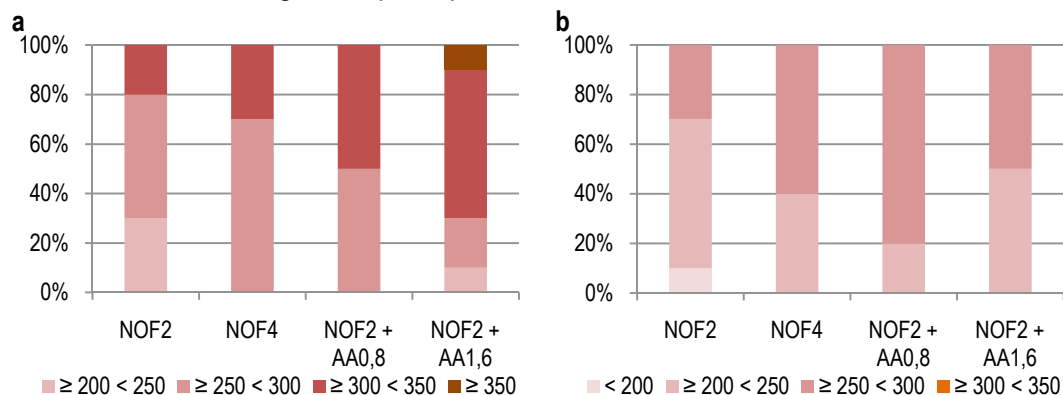
En el primer año de estudio (2013) el PCC (P<0,05) y sus respectivas medias canales (izquierda: P<0,01 y derecha: P<0,05) y el PCE, PCE izquierda y PCE derecha (P<0,01), fueron mayores en el T NOF4 o en aquellos con algún agregado de suplemento y menores en el T NOF2. Sin embargo, dichas diferencias 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.

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.

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

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.

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

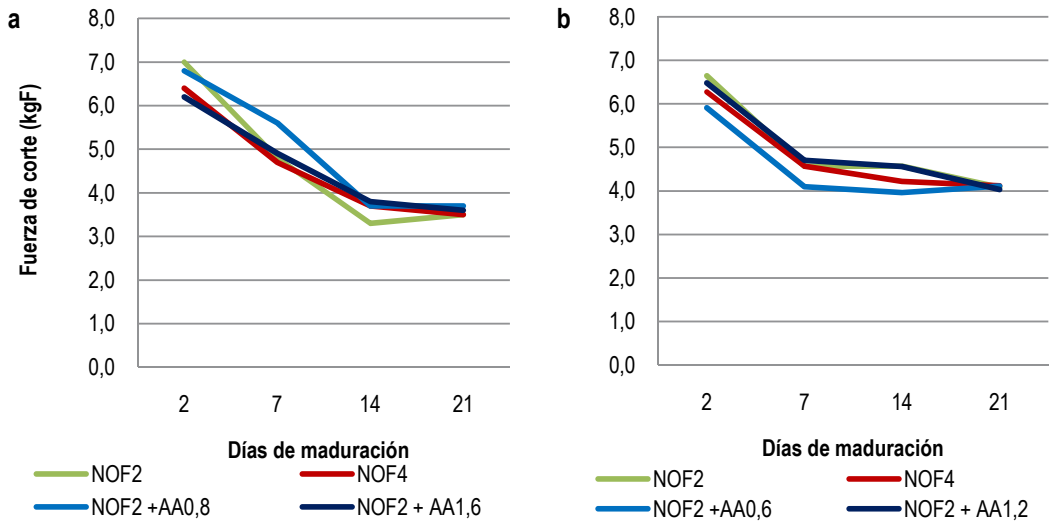
Nota: L\*: luminosidad. A\*: rojo. b\*= amarillamiento. 2, 7 y 14 días: periodo de maduración.

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.

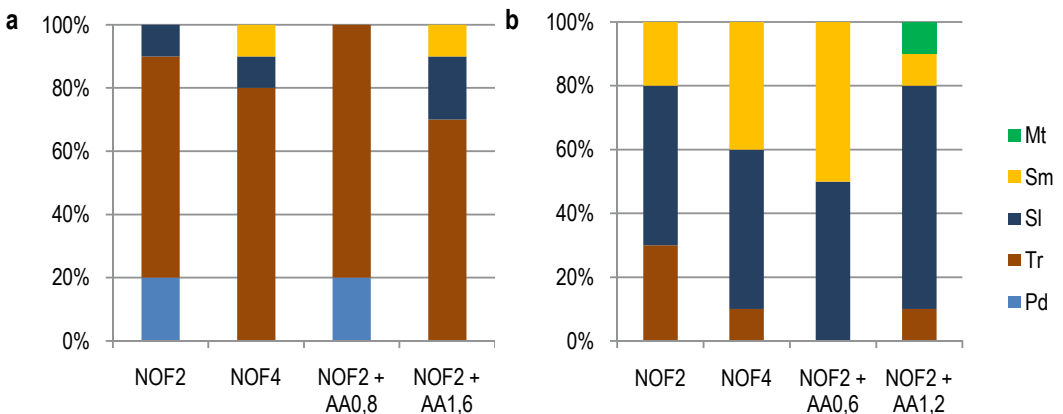
**Figura 5.** Valores de fuerza de corte por tratamiento y periodo de maduración en el año 2013 (a) y 2014 (b).

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.



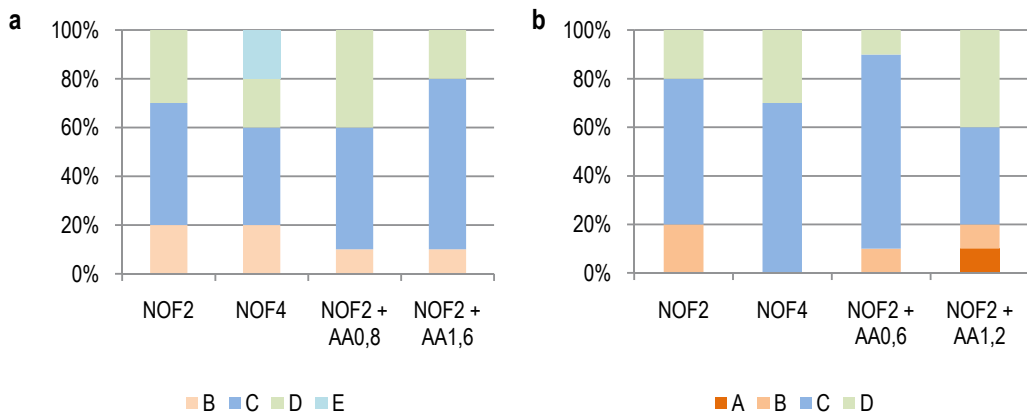
Nota: NOF: nivel de oferta de forraje; AA: afrechillo de arroz; 2, 4, 0,6, 0,8, 1,2, 1,6% PV.

**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).

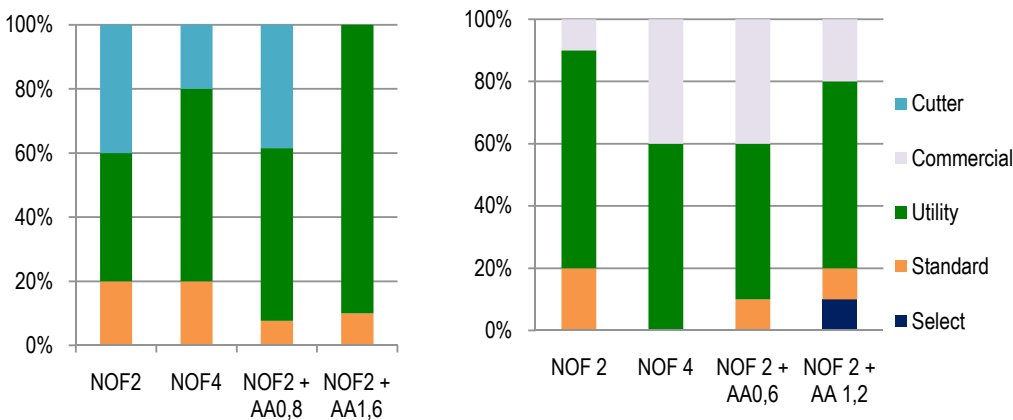


Nota: NOF: nivel de oferta de forraje; AA: afrechillo de arroz; 2, 4, 0,6, 0,8, 1,2, 1,6% PV.

**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	
<b>GIM</b>	3,5	4,7	4,6	4,1	ns
<b>AGS</b>	46,0	46,9	45,8	46,7	ns
<b>AGMI</b>	49,1	49,3	50,0	48,6	ns
<b>AGPI</b>	4,5 a	3,4 b	3,8 ab	4,3 a	*
<b>n-6</b>	2,9 a	2,2 b	2,9 a	3,4 a	**
<b>n-3</b>	1,6 a	1,1 b	0,9 b	0,2 b	**
<b>CLA</b>	0,50 a	0,46 a	0,45 ab	0,37 b	*
<b>AGP/AGS</b>	0,1 a	0,07 b	0,08 ab	0,09 a	*
<b>n-6/n-3</b>	1,9 b	2,0 b	3,45 a	3,7 a	**
	Año 2014				P valor
	NOF2	NOF4	NOF2 + AA0,6	NOF2 + AA1,2	
<b>GIM</b>	3,4	3,0	3,7	3,3	ns
<b>AGS</b>	48,9	46,4	47,1	48,09	ns
<b>AGMI</b>	41,9	44,8	44,3	43,4	ns
<b>AGPI</b>	9,2	8,8	8,6	8,6	ns
<b>n-6</b>	6,4	6,1	6,3	6,3	ns
<b>n-3</b>	2,3	2,4	2,0	2,0	ns
<b>CLA</b>	0,34 a	0,37 a	0,26 ab	0,25 b	*
<b>AGP/AGS</b>	0,2	0,2	0,2	0,2	ns
<b>n-6/n-3</b>	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
<b>Restos secos</b>	1,8	25,6	4,0	46,5	14,8	64,6
<b>Material verde (MV)</b>	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
<b>DIG</b>	s/d	s/d	67,4	65,2	37,8
<b>PC</b>	13,7	11,6	15,5	20,2	12,2
<b>FDA</b>	24,9	32,7	26,3	26,3	41,7
<b>FDN</b>	45,2	50,1	48,1	50,3	69,0
<b>C</b>	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
<b>DIG</b>	69,5	69,5	69,5
<b>PC</b>	14,5	20,1	17,3
<b>FDA</b>	8,8	13,5	11,1
<b>FDN</b>	25,6	34,6	30,3
<b>C</b>	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

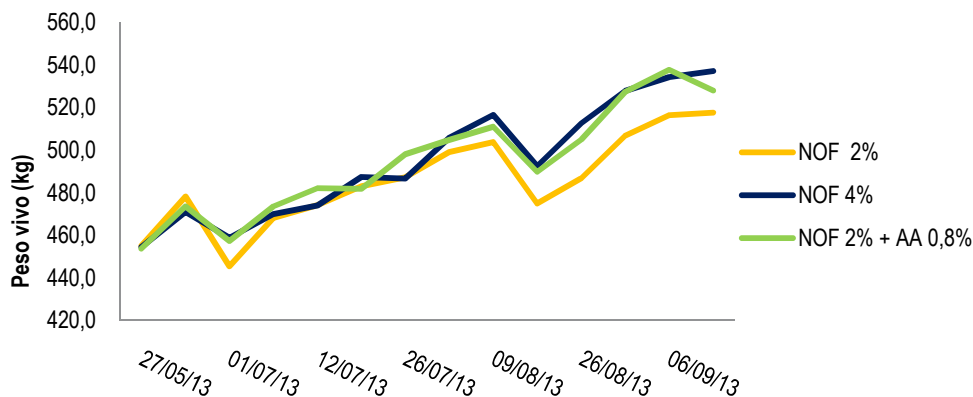
la actividad de caminata no se observaron diferencias en ningún año de estudio.

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.

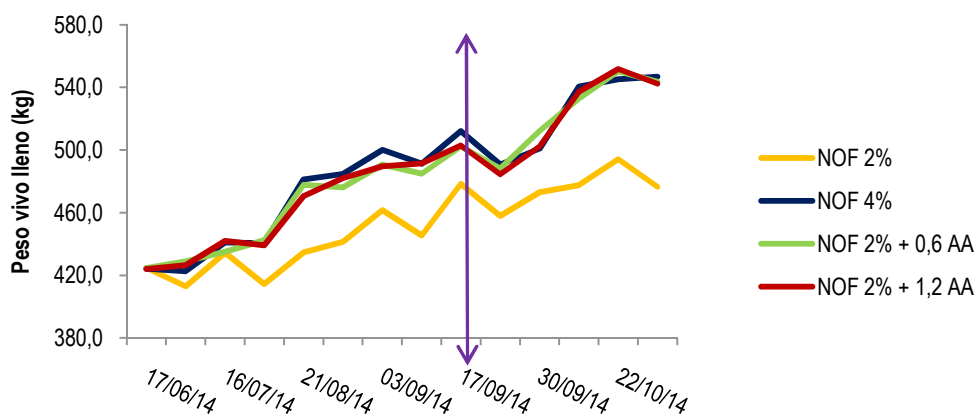


Nota: NOF: nivel de oferta de forraje; AA: afrechillo de arroz; 2, 4, 0,8% PV.

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.

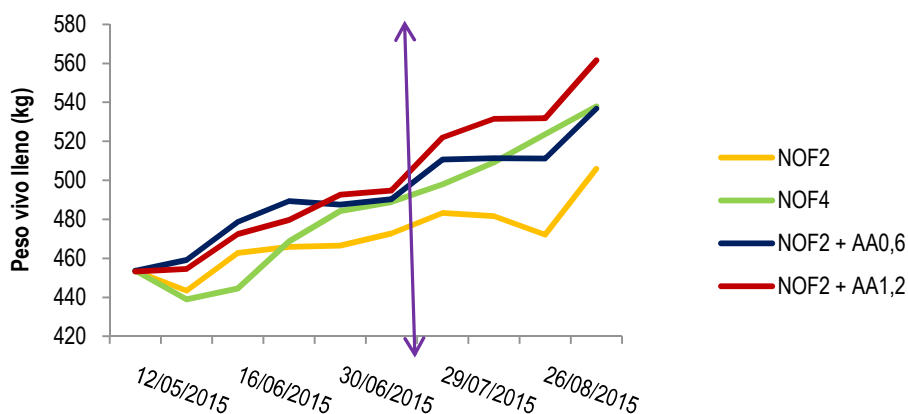


Nota: NOF: nivel de oferta de forraje; AA: afrechillo de arroz; 2, 4, 0,6, 1,2% PV.

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 (cm <sup>2</sup> ) inicial	52,4	51,3	54,4		ns
AOB (cm <sup>2</sup> ) 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 (cm <sup>2</sup> ) inicial	44,8	40,1	44,7	45,4	ns
AOB (cm <sup>2</sup> ) 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 (cm <sup>2</sup> ) inicial	48,2	46,1	51,1	50,3	ns
AOB (cm <sup>2</sup> ) 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.



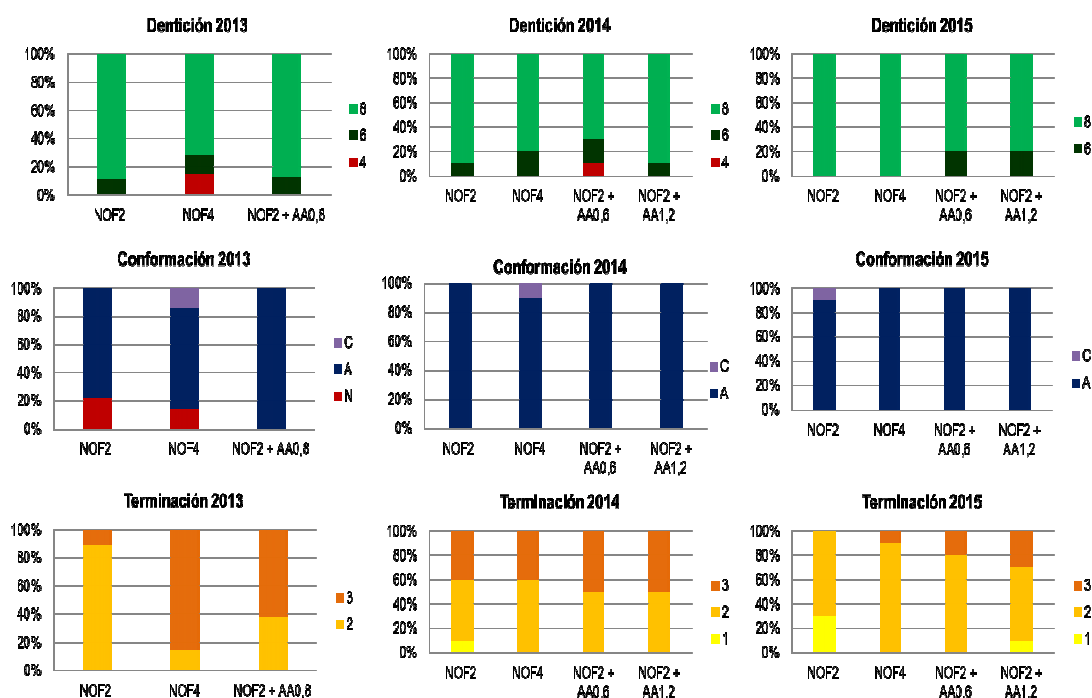
En los años que fueron llevados los experimentos, las variables determinadas por ultrasonografía para la evaluación de la canal *in vivo* no presentaron diferencias significativas entre T al inicio de cada estudio. Al final del periodo de engorde, únicamente durante el año 2015 todas las variables, a 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 (PVL) 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
	<b>Año 2014</b>				
	NOF2	NOF4	NOF2 + AA0,6	NOF2 + AA1,2	P valor
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
	<b>Año 2015</b>				
	NOF2	NOF4	NOF2 + AA0,6	NOF2 + AA1,2	P valor
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.

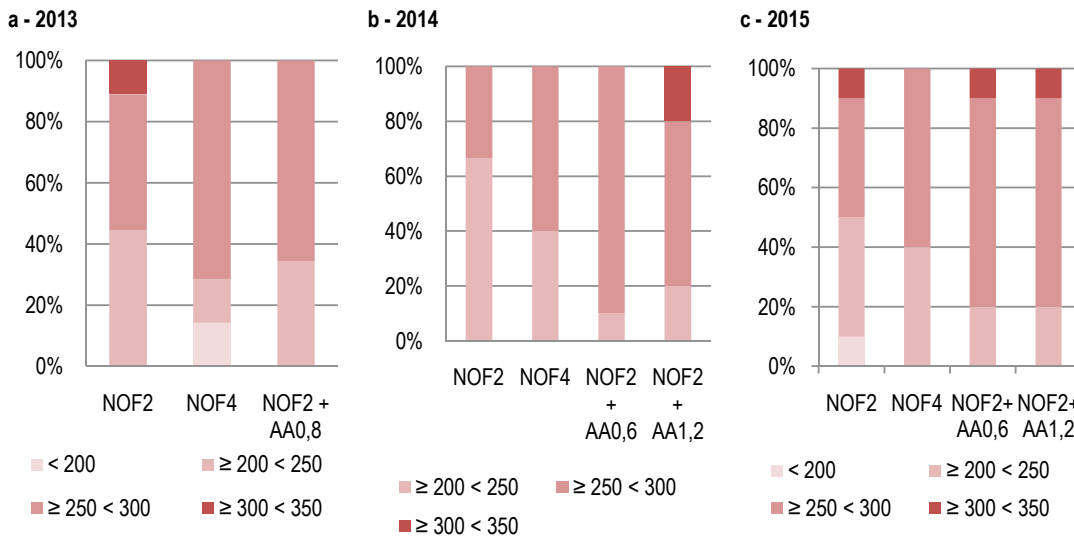


Figura 13. Proporción de canales según peso para el año 2013 (a), 2014 (b) y 2015 (c).

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
<b>Color de grasa</b>	4,6	3,7	5,1
<b>Color de la carne</b>			
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

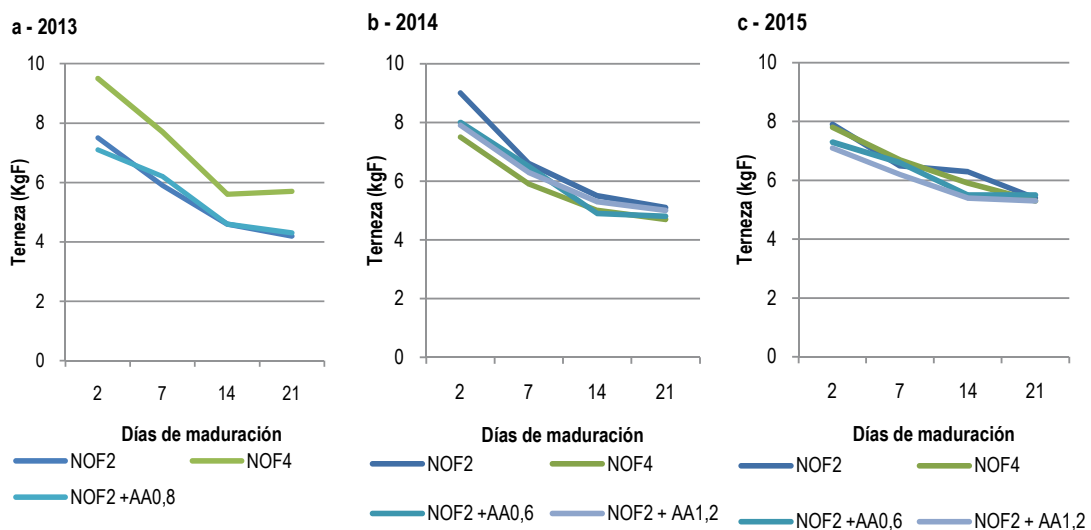
Nota: L\*: luminosidad. a\*: rojo. b\*: amarillo. 2,7, 14 y 21 días: periodos de maduración.

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).



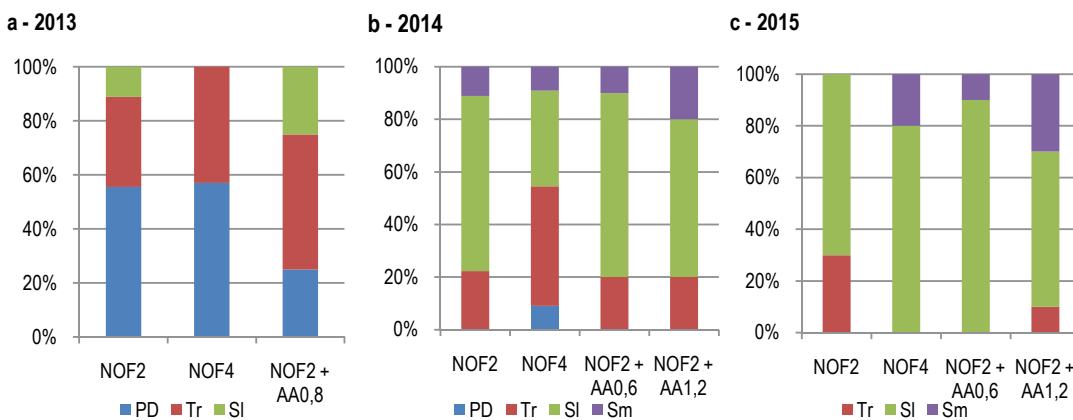
En el año 2013, se encontraron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) en los resultados finales de terneza para 2, 7 y 14 días de maduración, en donde los menores valores de fuerza de corte se observaron en los T NOF2 y NOF2 + AA0,8. A pesar de la disminución observada en los valores promedios de 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.

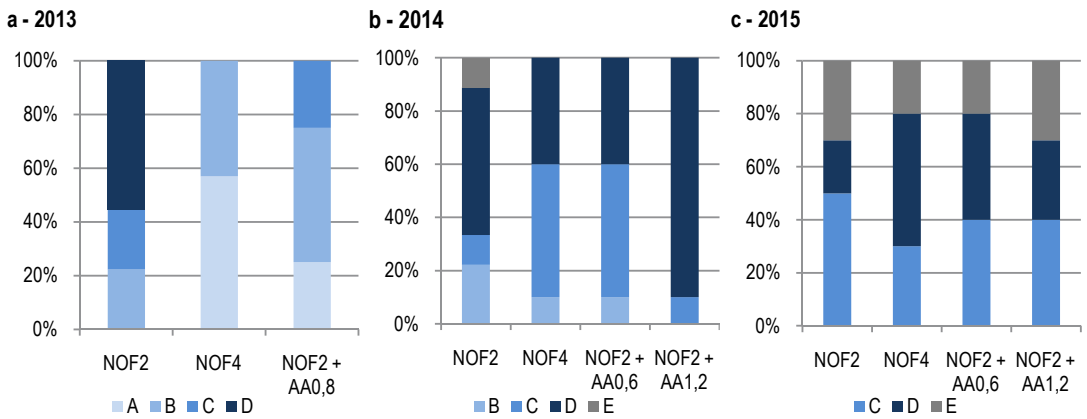


Nota: NOF: nivel de oferta de forraje; AA: afrechillo de arroz; 2, 4, 0,6, 0,8, 1,2% PV.

**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.

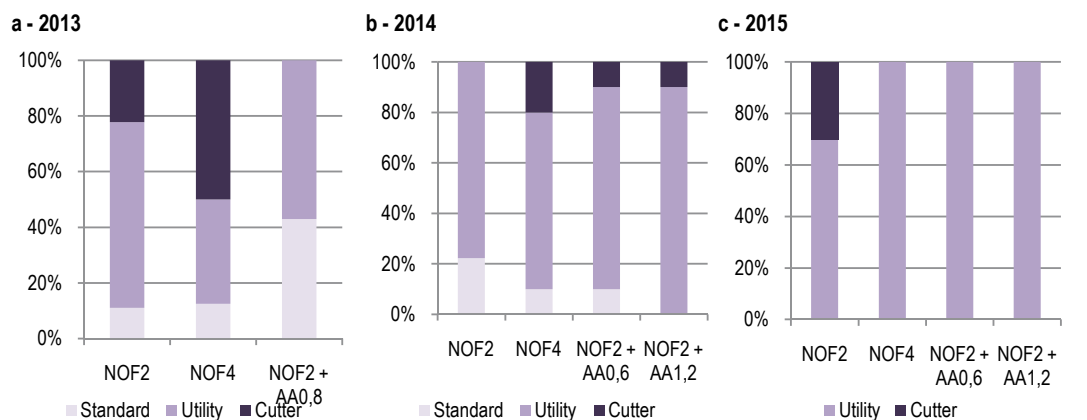


Nota: NOF: nivel de oferta de forraje; AA: afrechillo de arroz; 2, 4, 0,6, 0,8, 1,2 % PV.

**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](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](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](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](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.; MONTOSSI, 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.