

CAPITULO 2

BENEFICIOS SOBRE LA CALIDAD DE LA CARNE DE DIFERENTES ESTRATEGIAS DE ALIMENTACION CON GRAMÍNEAS Y LEGUMINOSAS FORRAJERAS EN RUMIANTES

A. Catrileo; R. Morales; I. Subiabre; E. Ungerfeld y J. Levío C.

2.1. INTRODUCCION

La superficie bajo praderas en el país alcanza aproximadamente a 11 millones de hectáreas, siendo principalmente compuesta por especies forrajeras de tipo natural. De igual forma, la distribución de las áreas de pastoreo en el país abarca desde costa a precordillera, dando lugar a variados sistemas de producción pastoril. El objetivo de cualquier sistema de pastoreo es convertir la máxima cantidad de materia seca (MS) de la pradera pastoreada en producto animal, existiendo además evidencia científica que señala la importancia que puede tener para la calidad de la carne producida, el tipo de especie forrajera que el animal consume.

La dinámica de una pradera compuesta básicamente por gramíneas, característica del sur del país, implica ante el manejo del pastoreo, una constante variación de sus componentes. Hojas, tallos y material muerto están siempre presentes en diferentes proporciones, sin embargo, la digestibilidad de cada uno de ellos difiere alcanzando a 80, 55 y 35%, respectivamente. De tal forma que un adecuado uso de la pradera con eficiencias de pastoreo de 70% o más, implican por parte del animal una utilización preferente de hojas, aunque con una menor selección de otros componentes de la planta. Es por ello que las recomendaciones de INIA, sugieren utilizar la pradera en sus estados tiernos o con alta proporción de hojas en su composición. En la primavera, esto se logra con pastoreos rotativos, donde la entrada de los animales al potrero, debiera ocurrir cuando la pradera tiene entre 2.500 a 2.800 kg MS ha⁻¹, lo que equivale aproximadamente a 18-20 cm de altura, dependiendo de la densidad de la pradera y rotar los animales a otro potrero dejando un residuo de 5-7 cm o 1.200 a 1.400 kg MS ha⁻¹. Los tiempos de duración entre pastoreos a igualdad de carga, variarán de acuerdo con la estación del año, siendo más frecuentes los cambios en la primavera y el verano.

Bajo este esquema general de manejo, el animal a pastoreo en primavera consume suficiente materia seca diaria, que le permite una adecuada ingesta de proteínas, energía y fibra junto a vitaminas y minerales esenciales para su crecimiento y desarrollo. Aun cuando las especies forrajeras en general no poseen un alto contenido de grasa, aportan ácidos grasos que el animal necesita y que en la transformación ruminal pueden hacer variar el contenido y la calidad de los ácidos grasos depositados en el músculo del animal.

2.2. LOS LIPIDOS EN LAS ESPECIES FORRAJERAS

El contenido de lípidos de las gramíneas, expresado en la forma de Extracto Etéreo, es relativamente bajo, no superior a 60 g kg^{-1} MS (6%). Los componentes de esta fracción son triacilglicérols, glucolípidos, ceras, fosfolípidos y esteroides. Los triacilglicérols se encuentran en pequeñas cantidades, siendo los más importantes los galactolípidos, que constituyen casi el 60% del total de lípidos. El ácido graso más importante es el ácido linoléico, con un 60 a 75% del total de ácidos grasos y en menor medida los ácidos linoleico y palmítico (Mc Donald *et al.*, 1985; Boufaïed *et al.*, 2003).

Los ácidos grasos de los forrajes, están presentes principalmente en las hojas, con predominancia de ácidos poliinsaturados linoléico y linoleico (C18:2) (Harfoot y Hazlewood, 1988), pero también por pequeñas cantidades de ácido oleico (C18:1) (Harfoot, 1981).

Sin embargo, pueden ser resaltados otros atributos de la carne proveniente de sistemas pastoriles; estos se refieren al contenido de ácidos *omega 3* y en particular del ácido linoleico conjugado (o CLA en su sigla en inglés), cuya principal fuente está en rumiantes provenientes de sistemas a pastoreo. El CLA es un componente de la grasa del animal que tiene efectos anticancerígenos, disminuye las enfermedades cardíacas y la obesidad.

Los ácidos grasos insaturados son componentes que están presentes en la pradera y otros alimentos del rumiante y que incluso varían según la especie forrajera, lo cual permitiría la conformación de sistemas diferenciadores a un nivel primario (Cuadro 2.1).

A la presencia de ácidos grasos insaturados y su relación con el contenido de ácidos grasos saturados, en el alimento como atributo nutricional, que tiene cada vez más importancia en los consumidores y salud humana, se agregan aspectos post faena del animal alimentado a pradera, que dicen relación con la madurez en cámara y el efecto de ésta sobre la ternura y color de la carne.

Cuadro 2.1. Algunos ácidos grasos insaturados en algunos alimentos (% del total de lípidos) utilizados por bovinos.

Alimento	Tipo de ácido graso	
	Ac. Linoleico (C18:2 n-6)	Ac. Alfa linoléico (C18:3 n-3)
Cebada	48-58	4-7
Avena	43-50	1
Raps	18-30	6-14
Aceite pescado	1-4	1-2
Linaza	12-24	45-71
Pradera gramíneas	10-13	61-67
Trébol rosado	6	72
Ensilaje de pradera	18-27	30-50

Fuente: Scollan y Wood (2000)

Siendo la calidad del alimento o de los productos alimenticios, el principal atributo cada vez más priorizado por los mercados, aspectos como los mencionados y cómo los animales son producidos en relación a su bienestar y el impacto en el medioambiente, serán también elementos diferenciadores entre los diferentes sistemas productivos. Desde este punto de vista, la ganadería de sistemas pastoriles tiene un gran desafío por delante, en cuanto a resaltar estos atributos y presentarlos con productos con marca y que sean promocionados como tales.

2.3. GRASAS Y ACIDOS GRASOS EN SALUD HUMANA

La grasas en general, y el colesterol en particular, es una de las preocupaciones más importantes del consumidor a la hora de elegir que carne consumir, asociándose frecuentemente a obesidad en niños y adultos y a problemas de salud de diversa índole (cardiovasculares, diabetes, hipertensión, entre otros). Sin embargo, no todas las grasas son dañinas para la salud y, por el contrario, cumplen importantes funciones en el organismo, siendo algunos ácidos grasos considerados esenciales (no son sintetizados por el organismo) y necesariamente incluidos en la dieta.

Las grasas (o más precisamente sus ácidos grasos) se clasifican de acuerdo al número de dobles enlaces en ácidos grasos saturados (SFA), monoinsaturados (MUFA) y poliinsaturados (PUFA). Por su parte, los PUFA se clasifican de acuerdo a la posición de su primer doble enlace en *omega 3* (primer doble enlace ubicado en el carbono 3 desde el grupo metilo) y *omega 6* (primer doble en el carbono 6). Ambos, *omega 3* y *6*, son considerados esenciales para el organismo y necesariamente deben ser incluidos en la dieta. Sin embargo, de acuerdo a lo recomendado por el departamento de Salud del Reino Unido, una relación elevada *omega 6: omega 3*, contribuye al desarrollo de enfermedades siendo un balance adecuado y beneficioso para la salud, cuando

esta relación es igual a 4 o menos. En este sentido Simopoulos (2008) señala que la dieta de los humanos en el pasado, mantenía una relación de *omega 6: omega 3* cercana a 1, siendo en la actualidad de 15 o más, con un excesivo consumo de *omega 6*. Este cambio en la dieta, junto a un mayor sedentarismo de las personas y a un consumo desbalanceado, sería un promotor de enfermedades cardiovasculares, cáncer, inflamaciones y de enfermedades autoinmunes.

Según Scollan *et al.* (2005), la carne bovina tiene un 5% o menos de grasa intramuscular, de la cual 47, 42 y 4% corresponden a ácidos SFA, MUFA y PUFA, respectivamente. La relación *omega 6: omega 3* en la carne vacuna es típicamente menor a 4, eso refleja la considerable cantidad de *omega 3*, particularmente ácido α -linolenico (18:3n-3, AL), ácido eicosapentaenoico (20:5n-3, EPA) y ácido docosahexaenoico (22:6n-3, DHA).

El método más efectivo de manipular la composición de ácidos grasos de la carne es incluyendo en la ración de los animales ingredientes con abundantes PUFA, llámese forrajes, aceites o granos de oleaginosas y sus subproductos. Las praderas en general son ricas en AL (50 a 75% del total de lípidos, dependiendo de la fuente). Las oleaginosas varían ampliamente en la composición de sus lípidos, no obstante ello, es uno el que habitualmente predomina. Así, los granos de raps, soya y lino son ricos en ácido oleico, linoleico y linoléico, respectivamente y su inclusión en la dieta de bovinos resulta en un incremento del respectivo ácido graso en la carne. Por su parte, la carne de animales alimentados principalmente a praderas producen un 60% más de ácidos grasos *omega 3* y un relación *omega 6: omega 3* más favorable, inferior a 2 (French *et al.*, 2000; Rule *et al.*, 2002; Morales *et al.*, 2012, Catrileo *et al.*, 2014).

2.3.1. Ácido linoleico conjugado (CLA)

El caso de los CLA es otro buen ejemplo de los beneficios de consumir carnes rojas, y otros productos de origen animal. Al consumir la pradera por el rumiante los PUFA son rápidamente hidrogenados (saturados) por los microorganismos del rumen, produciéndose SFA, principalmente ácido esteárico (18:0) como producto final del proceso de biohidrogenación. Sin embargo, la biohidrogenación de ácidos grasos en el rumen, es un proceso complejo de sucesivas isomerizaciones seguidas de reducciones, que forman productos intermedios. Dependiendo de la relación entre las tasas en que ocurren estas reacciones y la tasa de pasaje de la digesta del rumen, una cierta proporción de estos productos intermedios abandona el rumen sin completar totalmente el proceso hasta ácido esteárico. Entre estos productos intermedios, se encuentran la proporción de CLA y ácido trans vaccénico (VA, 18:1 t), éste último, un precursor de los CLA en los tejidos del rumiante una vez que es absorbido. Los CLA corresponden a un grupo de isómeros del ácido linoleico (18:2) correspondiendo al *cis-9, trans-11* CLA entre el 70 a 90% del total. Otros isómeros son el *trans-11, cis-13*; *trans-7, cis-9*; y *trans-10, cis-12*, correspondiendo a 9, 8 y 2% del total de los isómeros, respectivamente. Este grupo de ácidos grasos, ha sido ampliamente investigado en los últimos años, puesto que se demostró que, a pesar de estar en pequeñas cantidades en la dieta, tienen un importante rol biológico. Ha sido documentado que los isómeros *cis-9, trans-11* y *trans-10, cis-12* CLA tienen propiedades anticarcinogénicas y antiaterogénicas. Por su parte, el isómero *cis-9, trans-11* CLA, tendría propiedades anti obesidad. Es de destacar que debido a las características únicas del proceso de biohidrogenación en el rumen, los rumiantes son únicos como fuente de alimentos en contener cantidades importantes de CLA.

Es importante recalcar que la obtención de un perfil lipídico favorable (alto en *omega* 3 y CLA) es posible si en la dieta de los animales se incluyen altos porcentajes de forrajes verdes, los cuales poseen una alta proporción de ácido linoleico y linoléico, precursores de los primeros, situación que se presenta en animales en pastoreo. Por el contrario, una alimentación con forrajes secos o fermentados (ensilajes) y /o con granos, tienen un menor contenido de estos precursores y una mayor relación *omega* 6 / *omega* 3.

2.4. ENGORDA A PRADERA

Cuando la engorda se realiza en primavera, que es una actividad que permite terminar animales “en el potrero” o la realización de actividades especulativas como la engorda de vacas, una pradera de secano en La Araucanía, bien manejada en cuanto a carga animal y fertilización, provee suficientes nutrientes, en cantidad y calidad (Cuadro 2.2), para que el animal con este único alimento obtenga ganancias de peso máximas iguales o superiores a 1 kilo diario, a bajo costo. Varios estudios y experiencias en sistemas productivos indican que el contenido de energía metabolizable (EM) de la pradera durante ese período del año es suficiente para satisfacer altos requerimientos del animal.

Cuadro 2.2. Contenido de energía metabolizable (EM) y proteína cruda (PC) en praderas del sur de Chile, en diferentes épocas del año.

Mes	EM (Mcal/kg MS)	PC (%)
Septiembre	2,40	20
Octubre	2,45	20
Noviembre	2,40	16
Diciembre	2,15	12

Fuente: Adaptado de UACH (1985)

De los antecedentes del Cuadro 2.2 se puede observar que en los meses de Septiembre a Noviembre el contenido de energía de la pradera se acerca a 2,4 Mcal kg MS⁻¹. Por otro lado, el contenido de proteína cruda en la pradera varía entre un 20 y un 12% en el mismo período y por lo tanto, si se asume que un ternero de 350 kg de peso vivo (PV) tiene un consumo (kg MS día⁻¹) equivalente a un 3% de su peso vivo, es decir, 10,5 kg MS, el consumo total de calorías diarias que es el nutriente más limitante a pastoreo, ascenderá a 25,2 Mcal con lo cual el ternero sólo consumiendo pradera hasta diciembre, alcanza a cubrir sus requerimientos (23 Mcal día⁻¹) para obtener 1 kg de ganancia de peso diario. Durante ese período, en 90 días es factible agregar 90 kilos en promedio a este animal con lo cual puede alcanzar 440 kg, que para un novillo de raza de carne, podría considerarse un peso de término al final del verano.

2.5. ESTRATEGIAS DE MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DE LA GRASA EN ANIMALES A PASTOREO

En el marco del proyecto INIA-CORFO, *Desarrollo de estrategias de diferenciación de calidad de carnes rojas (bovino y ovino) en base a los recursos forrajeros de ambientes contrastantes de la zona Sur y la Patagonia de Chile (código Nº 14 BPCA4-28535*, que se llevó a efecto en diferentes regiones del país entre el 2015 y 2016, se tuvo la posibilidad en La Araucanía de realizar un estudio sobre el comportamiento animal al utilizar semilla de linaza (*Linum usitatissimum*) en la engorda de corderos a pastoreo y la alimentación de novillos con praderas de trébol rosado (*Trifolium pratense*) y festuca (*Festuca arundinacea*) y el efecto de este manejo en la respuesta animal y la calidad de la carne.

2.5.1. OVINOS

En general, los derivados de la industria de oleaginosas y algunos granos como la linaza, son una buena fuente de ácidos grasos mono y poliinsaturados (Cuadro 2.1) que pueden ser un excelente suplemento en rumiantes para incentivar el depósito de ácidos grasos saludables *omega 3* en la grasa de su carne. De este modo, en el estudio realizado en la Araucanía, el objetivo fue evaluar las posibilidades de uso de la linaza en la respuesta productiva y calidad de la grasa producida en corderos a pastoreo con una suplementación de un concentrado que incluyó dos niveles de semilla de linaza.

2.5.1.1. Materiales y métodos

Se utilizaron 30 corderos Suffolk Down y el concentrado se entregó en comederos a razón de 0,7 kg animal⁻¹ día⁻¹, en dos tratamientos: LIN10: pastoreo+ cebada (82%)+ lupino (7%) y linaza (10%) y LIN20: pastoreo + cebada (74%)+ lupino (5%) y linaza (20%). Cada uno de ellos se formuló aproximadamente isoproteico para 13% de PC e isoenergético para 2,6 Mcal EM kg⁻¹ y los animales tuvieron acceso libre a agua de bebida y sales minerales. Los granos y la semilla de linaza se entregaron enteros.

La pradera correspondió a una pradera de varios años, en seco, compuesta principalmente por alfilerillo (*Erodium cicutarium*), ballica perenne (*Lolium perenne* L.), bromo (*Bromus staminus*) y otras especies y cuya disponibilidad al inicio del estudio fue de 2.582 kg MS ha⁻¹. El estudio tuvo una duración de 55 días entre el 19 de noviembre de 2015 y el 13 de enero de 2016 (Figura 2.1)

El concentrado suministrado, fue consumido en forma completa en ambos tratamientos (n=15), sin haber rechazo. De acuerdo con el ARC (1980), el requerimiento de materia seca diaria de corderos de engorda alcanza a 1 kg MS animal⁻¹día⁻¹, por consiguiente, se desprende que los animales tuvieron un consumo de MS cercano al 70% de su requerimiento en la forma del concentrado y la diferencia se obtuvo a partir de consumo de pradera. Los incrementos diarios de peso de los corderos fueron similares entre los tratamientos LIN10 y LIN20 (P_≥0,05; Cuadro 2.3).

2.5.1.2. Resultados

Bajo las condiciones en que se realizó el estudio, la engorda de corderos Suffolk Down a pradera, suplementados con concentrados, conteniendo un 10 o 20% de semilla de linaza entera, no produjeron respuesta adversa en los animales en cuanto a ganancia de peso y rendimiento centesimal. Por su parte, la inclusión de 10 y 20% de linaza en el concentrado, no influyó en la composición de ácidos grasos de ambos tratamientos (Cuadro 2.3). Los resultados en respuesta animal en la engorda de corderos en praderas sucesionales, son similares a los obtenidos por Gallardo *et al.* (2009), aunque el valor de CLA de 0,83 y 0,89% (% del total de grasa intramuscular) fue superior en los dos niveles de linaza utilizados, con una relación *omega 6/omega 3* también más favorable de 1,72 y 1,69 para LIN10 y LIN20, respectivamente. Por su parte, los resultados del análisis sensorial indicaron que un 10% de linaza en el concentrado produjo mayor jugosidad y grasa en la carne, aunque incluir un 20% produjo una sensación de mayor “sabor a cordero” de la misma. No obstante lo anterior, la carne producida de estos animales a pastoreo y la suplementación indicada, resultó en un alto depósito de ácidos grasos mono y poliinsaturados y una relación *n-6/n-3* inferior a 4, lo que indica la obtención de un producto saludable para el consumo humano.



Figura 2.1. Corderos Suffolk Down siendo suplementados con semilla de linaza, INIA Carillanca, IX Región

Cuadro 2.3. Respuesta productiva, perfil de ácidos grasos, análisis sensorial y calidad de carne de corderos Suffolk Down destetados sometidos a engorda a pradera y suplementados con dos niveles de linaza. INIA Carillanca.

	LIN10	LIN20	RMSE	p
Respuesta animal:				
Días ensayo	55	55		
P. inicial, kg	28,5	29,4	3,29	0,91
P. final, kg	43,5	44,9	5,87	0,58
G.P. kg/día	0,27	0,26	0,07	0,7
Rendimiento, %	44	45	3,2	0,22
Composición Ac. Grasos (% ac. grasos totales):				
Palmítico	22,62	23,19	1,423	0,28
Esteárico	16,91	16,61	1,771	0,648
Vaccénico	2,64	2,43	0,507	0,369
Oleico	31,48	32,95	2,213	0,079
Linoleico	3,56	3,08	0,977	0,186
Linolénico	1,49	1,41	0,296	0,474
CLA ruménico	0,83	0,89	0,224	0,487
EPA	0,5	0,36	0,222	0,116
DPA	0,46	0,35	0,052	0,117
DHA	0,12	0,09	0,178	0,123
Total saturados	46,52	46,49	1,995	0,964
Total MUFA	40,88	42,23	2,149	0,095
Total PUFA	6,96	6,03	1,878	0,183
Total n6	4,55	3,87	1,364	0,183
Total n3	2,63	2,28	0,725	0,194
Total CLA	1,11	1,16	0,243	0,604
n6/n3	1,72	1,69	0,182	0,616
P/S	0,15	0,13	0,045	0,208
Análisis sensorial:				
Jugosidad	5,01 ^a	4,78 ^b	0,745	0,003
Terneza	8,05	7,62	1,009	0,43
Sabor	6,56	6,16	0,93	0,168
Sabor a cordero	1,19 ^a	1,66 ^b	0,798	0,004
Grasa	1,11 ^a	1,07 ^b	0,349	0,0001

Letras diferentes en la fila indican diferencia significativa ($P \leq 0,05$)

2.5.2. BOVINOS

En la búsqueda de aumentar la proporción de ácidos grasos saludables en las carnes rojas, en particular en carne bovina, se han realizado una serie de estudios con animales alimentados a pradera, restringiendo el uso de grano, como también la inclusión de fuentes de ácidos grasos PUFA y MUFA a partir de subproductos de oleaginosas, harina y aceite de pescado y otros subproductos (Scollan y Wood, 2000; Martz *et al.*, 2006). En general, se ha concluido que los animales alimentados sólo a pradera, tienen un perfil más saludable para el consumo humano en la grasa de su carne. Algunos estudios (Dierking *et al.*, 2010) han evaluado el efecto del consumo de diferentes especies forrajeras, sobre la calidad del animal que la consume, sobre la base que, no obstante el bajo contenido de grasa, indican diferencias en el contenido de grasa entre las especies y ello podría estimular, entre otros, la selección de forrajeras a través de mejoramiento genético con mayor potencial, sin embargo, son limitados. Dada la poca información nacional en esta materia, en el estudio realizado con novillos en el marco del proyecto, se evaluó el pastoreo de novillos de carne sobre festuca y trébol rosado. El objetivo fue evaluar la respuesta animal, el perfil lipídico y la calidad de la carne producida en una engorda de primavera con la pradera como único alimento.

2.5.2.1. Materiales y métodos

En el estudio se utilizaron 20 terneros híbridos Hereford x Angus de 9 meses de edad, nacidos en primavera y con 231 kg PV inicial promedio al destete, a inicios de abril de 2016. Los animales recibieron en el potrero una suplementación con silo-rollo de pradera a discreción y 2,5 kg día⁻¹ de concentrado compuesto por avena (*Avena sativa*) 70% y lupino dulce (*Lupinus angustifolius*) 30% y se mantuvieron bajo esta condición hasta el 30 septiembre del 2016. Durante su permanencia en el potrero, los animales se manejaron como un solo grupo. El objetivo de este manejo fue preparar a los animales para una engorda final a pradera desde Octubre y hasta inicios de Enero. El potrero, con una superficie de 4 hectáreas, correspondió a una pradera establecida de más 10 años de edad con ballica perenne, alfilerillo y trébol blanco y otras especies anuales y el manejo del pastoreo durante esta etapa fue de tipo continuo con acceso a agua y comederos para la suplementación invernal. En la suplementación, el grano de avena correspondió a variedad Supernova y se entregó sin moler, al igual que el lupino. Los animales se alimentaron diariamente, entregándoles el ensilaje en la mañana y el concentrado sobre éste, en la tarde. El ensilaje de pradera utilizado estuvo conformado por praderas de secano, compuestas por gramíneas y leguminosas de más de 10 años, donde prevalecían ballicas (*Lolium sp.*), festuca (*Festuca arundinacea*), pasto miel (*Holcus lanatus*), trébol blanco (*Trifolium repens*) y otras especies.

Al término del período de pastoreo invernal y a partir de Octubre, los animales iniciaron la engorda o terminación a pradera y para ésto, fueron divididos en dos grupos de 10 animales cada uno y fueron asignados a 2 tratamientos: un grupo se mantuvo en pradera de festuca establecida de tres años, variedad Manade y el otro, en una pradera de trébol rosado, de segundo año, variedad Superqueli, ambas en condiciones de secano. Los animales ingresaron a inicios de octubre con un peso promedio de 291 kg y se manejaron en cada tratamiento con cerco eléctrico en franjas de pastoreo, cambiándose a una nueva área después de 2 a 3 días, cuando la pradera tenía una altura de 20 cm y dejaron la franja cuando el residuo fue 7 cm. De esta forma la disponibilidad

medida correspondió a 2.500 kg MS ha⁻¹ y 1.450 kg MS ha⁻¹, respectivamente. Al inicio del estudio, los animales se trataron contra parásitos hepáticos, gastrointestinales y pulmonares, de acuerdo a recomendación veterinaria. Ninguno de ellos recibió anabólicos. En las Figuras 2.2 y 2.3 es posible observar los novillos pastoreando ambos tipos de praderas.

Al término del estudio a inicios de Enero, después de 97 días de pastoreo y cuando los animales tenían aproximadamente 400 kg de peso y 17 meses de edad, fueron sacrificados en el frigorífico Temuco S.A. y muestras de sus lomos fueron enviados a INIA Remehue para evaluar el perfil lipídico y calidad de la grasa depositada. Dos animales del tratamiento con festuca no alcanzaron peso ni condición de faena y fueron retirados del experimento.



Figura 2.2. Novillos pastoreando Trébol rosado. INIA Carillanca, IX Región



Figura 2.3. Novillos pastoreando Festuca. INIA Carillanca, IX Región

2.5.2.2. Resultados

Las características bromatológicas y contenido de lípidos de ambas especies forrajeras se presentan en el Cuadro 2.4 se practicaron 2 cortes en el período separados por 35 días para determinar la evolución de la calidad bromatológica de ambas especies forrajeras. De igual forma se tomó una muestra para analizar el contenido de lípidos en la festuca y el trébol rosado durante el proceso de pastoreo. El Cuadro 2.4 refleja la mejor calidad bromatológica del trébol rosado a lo largo del período de estudio con una baja importante en la calidad de la festuca, expresada en el valor D, que alcanzó un 50,7% en diciembre, valor limitante en la respuesta animal. Los valores de la proporción de casi todos los ácidos grasos en ambas especies tampoco mostraron diferencias, hecho similar a lo reportado por Dierking *et al.* (2010), quienes atribuyeron a la actividad de la enzima Fosfoenol Oxidasa (PPO) presente en el trébol y que pudo influir en la respuesta en el contenido de ácidos grasos *n-3* de esta especie. No se tuvo información sobre el contenido de PPO en la variedad utilizada en este estudio (F. Ortega, *comunicación personal*). Sin embargo, el ácido esteárico fue superior en la festuca ($P \leq 0,05$) (Cuadro 2.4).

Cuadro 2.4. Análisis bromatológico y contenido lipídico de trébol rosado y festuca. INIA Carillanca

	Trebol rosado	Festuca	RMSE	P
Bromatología:				
PC (Corte 02-11-16)	25,6	14,9	n/d	n/d
PC (Corte 17-12-16)	22,7	9,5	n/d	n/d
EM Corte 02-11-16	2,3	2,4	n/d	n/d
EM Corte 17-12-16	2,3	1,9	n/d	n/d
Valor D (02-11-16)	63	63,8	n/d	n/d
Valor D (17-12-16)	62,9	50,7	n/d	n/d
Composición Ac. Grasos (% Ac. Grasos totales):				
Palmitico	12,6	14,84	1,194	0,209
Esteárico	1,93 ^a	0,98 ^b	0,024	0,001
Linoleico	16,17	13,02	0,757	0,053
Linolénico	56,61	59,02	2,993	0,504
Otros Ac. Grasos	12,61	12,11	1,383	0,751
Total saturados	20,69	21,38	1,986	0,762
Total MUFA	4,99	4,88	0,256	0,696
Total PUFA	73,49	73,03	2,222	0,856
Total n6	16,17	13,02	0,757	0,053
Total n3	57,32	60,01	2,976	0,462

Letras distintas en la fila indican diferencias significativa ($P \leq 0,05$), n/d = no determinado

Los resultados que se presentan en el Cuadro 2.5, muestran que en respuesta animal, los novillos del tratamiento con trébol rosado tuvieron un peso final superior al tratamiento con festuca, con una ganancia de peso diaria superior de 1,37 kg día⁻¹ en relación a los novillos del tratamiento con festuca, que alcanzaron 0,96 kg día⁻¹ ($P \leq 0,05$).

Cuadro 2.5. Respuesta productiva, perfil de ácidos grasos, análisis sensorial y calidad de carne de novillos híbridos de carne sometidos a engorda en praderas de festuca y trébol rosado. INIA Carillanca.

	Festuca	T. rosado	RMSE	p
Respuesta animal:				
Días ensayo	97	97		
P. inicial, kg	295,3	291,2	3,29	0,91
P. final, kg	388,5	424,4	5,87	0,58
G.P. kg/día	0,96 ^a	1,73 ^b	0,065	0,7
pH	5,71	5,75	3,2	0,22
Composición Ac. Grasos (% Ac. Grasos totales):				
Palmitico	24,36 ^a	25,72 ^b	1,323	0,047
Esteárico	17,44	16,63	1,506	0,272
Vaccénico	1,99	2,02	0,279	0,832
Oleico	29,23	29,80	2,093	0,55
Linoleico	2,75	2,42	0,591	0,267
Linolénico	1,22	1,11	0,215	0,29
CLA ruménico	0,65	0,60	0,101	0,289
EPA	0,32	0,32	0,141	0,955
DPA	0,49	0,48	0,167	0,92
DHA	0,04	0,04	0,021	0,723
Total saturados	49,96	49,98	2,399	0,99
Total MUFA	41,29	41,85	2,109	0,589
Total PUFA	5,92	5,45	1,404	0,489
Total n6	3,57	3,21	0,28	0,807
Total n3	2,22	2,09	0,53	0,619
Total CLA	0,81	0,79	0,111	0,704
n6/n3	1,61	1,53	0,069	0,035
P/S	0,12 ^a	0,11 ^b	0,033	0,555
Análisis sensorial:				
Jugosidad	4,40	4,08		0,549
Terneza	6,67	6,14		0,798
Sabor	5,28 ^a	5,87 ^b		0,004
Color carne	4,86 ^a	3,86 ^b		0,232
Marmoreo	3,42 ^a	4,14 ^b		0,695
Colesterol (mg/100 g muestra)	31,02	35,65		0,331
Calidad carne:				
pH	5,75	5,67	0,149	0,314
MS%	24,08	24,41	1,302	0,609
PC%	80,71	81,75	4,435	0,629
Cenizas%	4,13	4,22	0,31	0,582
E.Etereo%	15,16	13,59	4,714	0,492
pH (lab)	5,78	5,87	0,216	0,375
Color carne :				
L*	37,37	38,70	3,061	0,372
a*	24,74	23,05	2,221	0,134
b*	11,78	11,99	2,208	0,841
Color grasa:				
L*	69,61	70,52	1,863	0,316
a*	12,11	11,9	2,449	0,855
b*	15,7	17,36	1,671	0,052

Letras diferentes en la fila indican diferencia significativa ($P \leq 0,05$)

En cuanto la calidad de la carne, no se presentaron diferencias entre las especies pastoreadas (Cuadro 2.5). Los resultados mostraron que el trébol rosado es una forrajera que puede ser utilizada para el término de novillos de carne a temprana edad (18 meses) con pesos de 424 kg por animal. El pastoreo en este tratamiento permitió a los animales consumir en forma permanente una disponibilidad de materia seca y rebrote con una alta proporción de hojas, a diferencia de lo que ocurrió con el tratamiento con festuca, cuyo stand de plantas, no obstante el pastoreo rotativo realizado, no pudo evitar que la planta perdiera digestibilidad en el tiempo limitando con ello la ganancia de peso diaria de los animales (Cuadro 2.5). De hecho, dos animales del tratamiento con festuca no alcanzaron peso de faena. A pesar de la diferencia en la engorda a favor del trébol rosado, los resultados muestran que no hubo diferencias prácticamente en el perfil lipídico entre tratamientos, excepto en la mayor proporción de ácido palmítico en el trébol rosado (Cuadro 2.5) y esta diferencia también fue significativa, mejor, para la relación $\omega 6 / \omega 3$ de 1,60 vs 1,53 para festuca y trébol rosado, respectivamente ($P \leq 0,05$) (Cuadro 2.5). Los resultados del perfil lipídico son comparables a los obtenidos con novillos cruza de origen lechero terminados en praderas permanentes tradicionales de la región de Los Lagos (Morales *et al.*, 2012; Morales *et al.*, 2015); sin embargo, los novillos de carne del presente estudio engordados en praderas de festuca o de trébol rosado presentaron mayores valores de $C18: 2n-6$ y $C18:3n-3$ y una menor relación $\omega 6 / \omega 3$ que los animales cruza de lechería, que presentaron un valor de 1,75 en la grasa intramuscular. En relación a la relación P/S hubo diferencias a favor de la festuca (Cuadro 2.5), con una relación mejor, sin embargo, inferior aún a lo recomendado, aunque el valor es típico al encontrado en animales alimentados con praderas. En relación al análisis sensorial, el tratamiento con trébol rosado presentó carne con mejor sabor y marmoleo ($P \leq 0,05$), lo que fue reconocido por el panel de catadores.

2.6. CONCLUSIONES

- Los resultados obtenidos en ambos estudios, con corderos y novillos, indicaron que la carne producida presentó características de grasa saludable
- La inclusión de linaza no afectó la respuesta animal y promovió un buen perfil de ácidos grasos en los corderos, privilegiándose la inclusión de un 10% en el concentrado
- En los novillos, el trébol rosado, promovió una mejor terminación y un mejor perfil lipídico que la festuca además de favorecer sus características organolépticas. Este resultado además de evidenciar el efecto de una especie forrajera sobre la calidad de la carne, coincide con otros estudios nacionales que han evaluado el efecto benéfico de los sistemas pastoriles y por tanto, resulta recomendable promover este tipo de sistemas de producción

REFERENCIAS

- Boufaïed, H.; Chouinard, P.Y.; Tremblay, G.F.; Petit, H.V.; Michaud, R. y Bélanger, G. 2003.** Fatty acids in forages. I. Factors affecting concentrations. *Can. J. Anim. Sci.* 83: 501–511.
- Catrileo, A.; Morales, R.; Rojas, C. y Cancino, D. 2014.** Beef production from dairy bulls under two different production systems and its effect on the fatty acid profile and beef quality. *Chilean Journal of Agriculture Research* 74 : 366-370.
- Dierking, R.M.; Kallenbach, R.L. y Grün, I.U. 2010.** Effect of forage species on fatty acid content and performance of pasture-finished steers. *Meat Science* 85:597–605.
- French, P.; Stanton, C.; Lauiless, F.; O’Riordan, E.G.; Monohain, F.J.; Caffrey, P.T. and Moloney, A.P. 2000.** Fatty acid composition, including conjugated linoleic acid of intramuscular fat from steers offered grazed grass, grass silage or concentrate based diets. *J. Anim. Sci.* 78 (11):2849-2855.
- Gallardo, M.A.; Pulido, R. y Gallo, C. 2011.** Fatty acid composition of *Longissimus dorsi* Suffolk Down lambs fed on different dryland forages. *Chilean Journal of Agricultural Research.* 71:566-571.
- Harfoot, C.G. 1981.** Lipid metabolism in the rumen. Pages 21–55. *In:* W. W. Christie, ed. *Lipid metabolism in ruminant animals.* Pergamon Press, Oxford, U.K.
- Harfoot, C.G. y Hazlewood, G.P. 1988.** Lipid metabolism in the rumen. pages 285–322 in P. N. Hobson, ed. *The rumen microbial ecosystem.* Elsevier Applied Science, New York, USA.
- Martz, F.; Weiss, M.; Kallenbach, R.; Lorenzen, C. y Hendrickson, M. 2006.** Conjugated Linoleic Acid Content of Pasture Finished Beef and Implications for Human Diets. University of Missouri, Columbia, USA.
- Mc Donald, P.; Edwards, R.A.; Greenhald, J.F.D y Morgan, C.A. 1985.** *Nutrición Animal.* 5ª Edición. Editorial Acribia. España. 576 p.
- Morales, R.; Folch, C.; Iraira, S.; Teuber, N. y Realini, C. 2012.** Nutritional quality of beef produced in Chile from different production systems. *Chilean Journal of Agricultural Research.* 72:80-85.
- Morales, R., Subiabre, I., Parga, J., & Realini, C.E. 2015.** Finishing strategies for steers based on pasture or silage plus grain and time on feed and their effects on beef quality. *Ciencia e Investigación Agraria,* 42(1), 5-18.
- Ramírez-Retamal J.; Morales R.; Martínez M.E; De la Barra R. 2014.** Effect of the Type of Pasture on the Meat Characteristics of Chilote Lambs. *Food and Nutrition Sciences* (5): 635-644.

Rule, D.C.; Broughton, K.S.; Shellito, S.M.; Maiorano, G. 2002. Comparison of muscle fatty acid profiles and cholesterol concentrations of bison, beef cattle, elk and chicken. *J. Anim. Sci.* 80:1202-1211.

Simopoulos. A. 2008. The importance of the omega-6/omega -3 fatty acid ratio in cardiovascular disease and other chronic diseases. *Exp. Biol. And Med.* 6: 674-688.

Scollan, N.D.; Choi, N.J.; Kurt, E.; Fisher, A.V. y Wood, J.P. 2000. Manipulating the fatty acid composition of muscle and adipose tissue in beef cattle. *British. J. of Nut.* 85: 115-124.

Scollan, N.D. and Wood, J.D. 2000. Improving the nutritional value and eating quality of beef. p: 29-42. *In:* Pullard, D. (Ed). *Beef from grass and forage.* BGS Occasional Symposium Nº35. U.K.

Scollan, N.D.; Richardson, I. and Moloney, A.P. 2005. Effect of beef system on meat composition and quality. *In:* Proceedings of the 18 th Annual Langford Food Industry Conference. Bristol, UK p. 5.