



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

MASTER EN PRODUCCIÓN ANIMAL

**EFEECTO DEL TIPO DE PASTO SOBRE
EL PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS DE LA
LECHE DE VACUNO**

Tesis de Master

Valencia, Septiembre 2012

Verónica Vázquez-Penas Suárez

Directora académica: Pilar Molina Pons

Director experimental: César Resch Zafra

Agradecimientos

Me gustaría agradecer esta tesis de máster a todos aquellos que directa o indirectamente me han ayudado a realizar este documento.

Principalmente, por un lado al CIAM (Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo, Abegondo-A Coruña), a todo el personal que me ha ayudado para la realización de la tesis, y en especial a mi tutor César Resch y a Gonzalo Flores por su apoyo, tiempo y conocimientos.

Y por otro lado a los profesores del Máster de Producción Animal de la UPV, en especial a mi tutora Pilar Molina, gracias a los cuales he aprendido mucho durante todo este año.

También me gustaría agradecer a mi familia por su apoyo, consejos y paciencia durante la realización de la tesis.

Y por último a mis amigos tanto los de mi ciudad como a mis compañeros de máster.

RESUMEN

La calidad nutricional tiene una influencia cada vez mayor en el consumidor a la hora de elegir los alimentos que compra debido a la creciente preocupación acerca de la relación entre dieta y salud, lo que conduce a una demanda creciente en el mercado de alimentos funcionales. Estudios nutricionales indican que las vacas que realizan pastoreo producen leche que contiene niveles más altos de ácidos grasos (AG) omega-3 y ácido linoleico conjugado (CLA) que las alimentadas en regímenes más intensivos. El pastoreo de trébol violeta, comparado con el del raygrás inglés, base habitual de las praderas en Galicia, podría presentar ventajas tanto por inducir un perfil lipídico de la leche más saludable como por permitir extender la estación de pastoreo durante el verano y reducir así los costes de producción.

Con esta tesis de Máster se pretende conseguir un producto diferenciado mediante la obtención de una leche rica en ácidos grasos beneficiosos, en especial ω -3 y CLA.

En 2012 este proyecto entró en su 3º año y se ha realizado un ensayo en primavera (mediados de abril a mediados de julio) en el cual se ha evaluado el efecto del tipo de pasto en la calidad de la leche producida por vacas que aprovechan en pastoreo praderas de trébol blanco, trébol violeta y raygrás inglés. Los animales (6 vacas/tratamiento) permanecieron en el pasto durante el día, entre los ordeños de mañana y tarde, y durante la noche se suplementaban en el establo con 5 kg de ensilado de maíz y 2 kg de concentrado (ambas cantidades expresadas en materia seca). El diseño experimental es en cuadrado latino (3 tratamientos x 3 períodos de 3 semanas cada uno). El pastoreo se realizó de forma rotacional, con hilos eléctricos que se cambiaron cada 1-3 días y se realizaron medidas de altura y masa de hierba sobre el pasto de las subparcelas como criterios de manejo del pastoreo. Sobre las muestras de pasto, se realizó el análisis de la composición botánica y sobre la muestra molida de la especie sembrada en cada tratamiento se realizaron las series analíticas habituales por vía húmeda, composición físico-química y la determinación del contenido en ácidos grasos (AG) por cromatografía de gases. La producción de leche se mide diariamente y se toman muestras de los ordeños de mañana y tarde de cada período para análisis fisicoquímico y de AG. También se realizan determinaciones de degradabilidad ruminal in situ (con vacas fistuladas en rumen) de los forrajes evaluados.

Los resultados encontrados mostraban que la parcela de mayor crecimiento de pasto era la de raigrás, pero no por ello era la de mejor aprovechamiento, ya que había un exceso

de pasto residual que no era aprovechado por la vacas. Por otro lado se encontró la presencia de muchas especies adventicias lo que podría haber afectado a los resultados aunque mínimamente. En cuanto a la materia seca, la fracción de gramínea es la de mayor calidad ya que contiene un mayor porcentaje de esta, pero son las leguminosas las que más carbohidratos tienen y no así, mayor índice de proteína como cabría esperar. Con respecto a la producción de leche no se encuentra una gran variabilidad entre tratamientos con respecto a nivel proteico y graso, pero sí existen diferencias en el perfil lipídico, sería la leche proveniente de vacas alimentadas con raigrás la menos beneficiosa por su mayor contenido de ácidos grasos saturados que con respecto a la leche de vacas alimentadas con leguminosas, y dentro de estas es el trébol violeta el que proporciona un perfil lipídico más saludable por su alto contenido en ácidos grasos monoinsaturados. Por último decir que las vacas alimentadas con leguminosas, debido a su fácil ingestión son las que producían más cantidad de leche.

Por ello tras el análisis de datos se ha llegado a la conclusión de que efectivamente las leguminosas son las que proporcionan un mejor perfil lipídico, pero también se debe racionar equilibradamente con gramíneas de calidad para evitar el meteorismo que puede provocar un exceso de leguminosa e incluso añadir suplementación en caso de encontrarnos con alguna carencia nutricional en la leche.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	9
1. El sector lácteo gallego en el contexto europeo: los forrajes como elemento clave de competitividad	9
1.1 Producción lechera en Galicia	9
1.2 Producción forrajera en Galicia.....	10
2. Manejo de la alimentación de vacas lecheras de media-alta producción en pastoreo	13
2.1 Características del pastoreo	13
2.2 Manejo del pastoreo.....	13
2.3 Proteína y Carbohidratos	14
2.4 Suplementación	15
3. La producción de leche diferenciada por el perfil de ácidos grasos mediante la alimentación con pastos y forrajes: una oportunidad para los productores gallegos..	16
3.1 Ácidos Grasos.....	16
3.2 Fuente de ácidos grasos: dieta	18
3.3 Forrajes	18
3.4 Ácidos grasos en leche	20
3.5 Características de las explotaciones gallegas	20
4. Papel de las leguminosas pratenses en los sistemas forrajeros: aplicación al caso de explotaciones lecheras gallegas	21
4.1 Pastoreo	21
4.1.1 <i>Trifolium repens L.</i>	22
4.1.2 <i>Trifolium pratense L.</i>	23
4.1.3 <i>Trifolium incarnatum L.</i>	24
4.1.4 <i>Trifolium michelianum Savi.</i>	25
4.1.5 <i>Trifolium resupinatum L.</i>	25
4.1.6 <i>Trifolium vesiculosum Savi.</i>	26
4.1.7 <i>Ornithopus sativus Brot.</i>	27
4.1.8 <i>Medicago sativa L.</i>	27
4.1.9 <i>Lolium perenne L.</i>	28
4.2 Aplicación explotaciones gallegas.....	28
5. El proyecto LEYMA NATURA: el porqué del ensayo de pastoreo	29
MATERIALES Y MÉTODOS.....	31
1. Animales.....	31
2. Pastoreo	32
3. Análisis en laboratorio.....	35
4. Degradabilidad.....	38
5. Producción y composición lechera	40
6. Análisis estadístico	40
OBJETIVOS	42
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	43
1. Disponibilidad del pasto	43
2. Composición botánica	47
3. Composición química.....	47
4. Producción lechera	51
CONCLUSIONES.....	54
BIBLIOGRAFÍA	55

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Número de explotaciones de vacuno lechero en Galicia en función de su cuota láctea.	9
Figura 2: Informe UE 2008 sobre las zonas más idóneas para la producción de leche..	11
Figura 3: Distribución de las parcelas donde ha sido realizado el ensayo.	32

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Concentración de ácidos grasos en la leche, porcentaje de contribución de la dieta del ganado vacuno en cada 0.5 l de leche y sus principales efectos beneficiosos.	17
Tabla 2: Composición porcentual de ácidos grasos en distintos alimentos destinados al ganado vacuno lechero.	19
Tabla 3. Distribución de lotes en función de periodo y alimentación.	31
Tabla 4: Representación de la disponibilidad y rechazo del pasto por parte de las vacas en cada una de las tres parcelas.	43
Tabla 5: Representación de la disponibilidad y rechazo del pasto por parte de las vacas en cada una de las tres parcelas desglosado en cada período.	46
Tabla 6: Composición botánica de cada una de las parcelas.	47
Tabla 7: Composición química de cada una de las parcelas.	48
Tabla 8: Disponibilidad, rechazo, composición botánica y composición química del pasto según los tres tratamientos.	49
Tabla 9: Disponibilidad, rechazo, composición botánica y composición química del pasto, según los tres tratamientos y el período.	50
Tabla 10: Producción y composición físico-química de la leche de vacas y novillas según el tratamiento.	52
Tabla 11: Perfil lipídico de la leche de vacas y primíparas según el tratamiento.	53

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1: <i>Trifolium repens</i> L.	22
Imagen 2: <i>Trifolium pratense</i> L.	23
Imagen 3: <i>Trifolium incarnatum</i> L.	24
Imagen 4: <i>Trifolium michelianum</i> Savi	25
Imagen 5: <i>Trifolium resupinatum</i> L. var. <i>majus</i>	25
Imagen 6: <i>Trifolium resupinatum</i> L. var. <i>resupinatum</i>	26
Imagen 7: <i>Trifolium vesiculosum</i> Savi	26
Imagen 8: <i>Ornithopus Sativus</i> Brot.	27
Imagen 9: <i>Medicago sativa</i> L.	27
Imagen 10: Vaca en pastoreo en parcela con hilos móviles electrificados.	33
Imagen 11: Aparato de medida de altura de hierba (Grassmeter).	34
Imagen 12: Muestras de cortes de hierba en fresco.....	35
Imagen 13: Muestras de los cortes de hierba en fresco en la estufa de desecación.....	36
Imagen 14: Introducción de la muestra seca en el molino.	37
Imagen 15: Muestra de forraje seca y molida a punto de ser analizada por espectroscopía de infrarrojo cercano (NIRS).	37
Imagen 16: Pesado de bolsas de nylon introducidas en el rumen vacuno.	38
Imagen 17: Orificio de entrada al rumen.....	39
Imagen 18: Extracción de bolsas del rumen.....	40

INTRODUCCIÓN

1. El sector lácteo gallego en el contexto europeo: los forrajes como elemento clave de competitividad

1.1 Producción lechera en Galicia

Galicia es la comunidad autónoma con mayor número de vacas, no así de mayor productividad por vaca y con tamaño de explotación menor de España (Figura 1) (Bach et al., 2008).

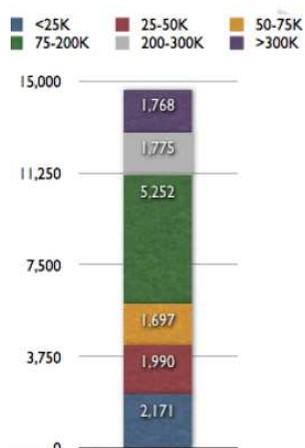


Figura 1: Número de explotaciones de vacuno lechero en Galicia en función de su cuota láctea.

Fuente: Bach et al. (2008).

La intensificación de los últimos 20 años ha ido llevando al sector lechero gallego a un incremento en la utilización de concentrados, una alta producción de forrajes, en especial de maíz forrajero para ensilar debido a su mayor facilidad para ello, y según Piñeiro y González (1998) a una progresiva transformación de matorrales a pastizales.

A pesar de la gran potencialidad del sector lácteo gallego y de su evolución acorde con el mercado, la producción de leche en Galicia ronda el 1% del PIB de la región, esto puede ser debido al enorme gasto que se hace al adquirir alimentos para el ganado de fuera de la explotación. La solución en este caso sería la de maximizar el aprovechamiento de la superficie de las explotaciones.

En opinión de Salcedo (2004) los sistemas intensivos de producción de leche del norte de España están representados por explotaciones con vacas de 9000 a 11000 kg de producción, que permanecen estabuladas a lo largo de su vida productiva y reciben una

alimentación basada en dietas completas o “unifeed” administrada mediante carros mezcladores y compuesta por ensilados de hierba y de maíz que, junto con alfalfa deshidratada forma parte de la ración al 50% con concentrados. Coincidiendo con el anterior autor, Bach (2008) define los sistemas intensivos de producción de leche en España como aquellos en los que la participación de forrajes en la ración se sitúa por debajo del 50% de la materia seca, indicando que la evolución del sector en los últimos años se caracterizó por tender a modelos cada vez más intensivos. Esta afirmación se puede hacer extensiva al caso de las explotaciones gallegas.

En la última publicación de resultados de gestión de las explotaciones lecheras gallegas realizado en el Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo en Abegondo – A Coruña (CIAM) (Barbeyto y López-Garrido, 2010) se comparan datos de 18 granjas españolas (8 gallegas, 10 catalanas) con los obtenidos en 229 granjas lecheras de otros países de la Unión Europea (UE) que participan en la asociación EDF (European Dairy Farmers) referidos a 2008. De los resultados se deduce que las explotaciones lecheras gallegas, comparadas con la media de EDF-UE, son comparativamente más pequeñas, tienen mayor carga ganadera, las producciones por vaca son ligeramente inferiores y el consumo de concentrado por vaca y día se sitúa como el más alto de la muestra. Llama la atención los autores acerca de que el gasto en compra de alimentos supone en las explotaciones gallegas más del 65% de los costes directos. Parece clara la necesidad de aumentar la base forrajera de las explotaciones lecheras y mejorar la eficiencia de utilización de la misma en la dieta del ganado.

1.2 Producción forrajera en Galicia

Según el informe de la UE de año 2008 (UE Dairy report: Statistical and Economic Information. Directorate-General for Agriculture and Rural Development, 2008), tras haber hecho una revisión de los condicionantes para la producción forrajera de Galicia se encontró que esta comunidad es uno de los territorios de la Unión que tiene mejores condiciones para la producción de leche y sus derivados lácteos, como se ve en la figura 2, donde las zonas dibujadas con un verde más oscuro representan las zonas más favorables y en rojo las más desfavorables. Así, aprovechando este recurso agroambiental y fomentando la formación técnica de ganaderos y la investigación podemos crear un mercado más competitivo. En el CIAM (Centro de Investigación Agrario de Mabegondo, en Abegondo – A Coruña) se están desarrollando diferentes investigaciones a este respecto como por ejemplo el estudio de la rotación de maíz

forrajero con diversas leguminosas mezcladas con gramíneas para un mejor aprovechamiento productivo, reducir el consumo de fertilizantes de síntesis y emisiones de CO₂.

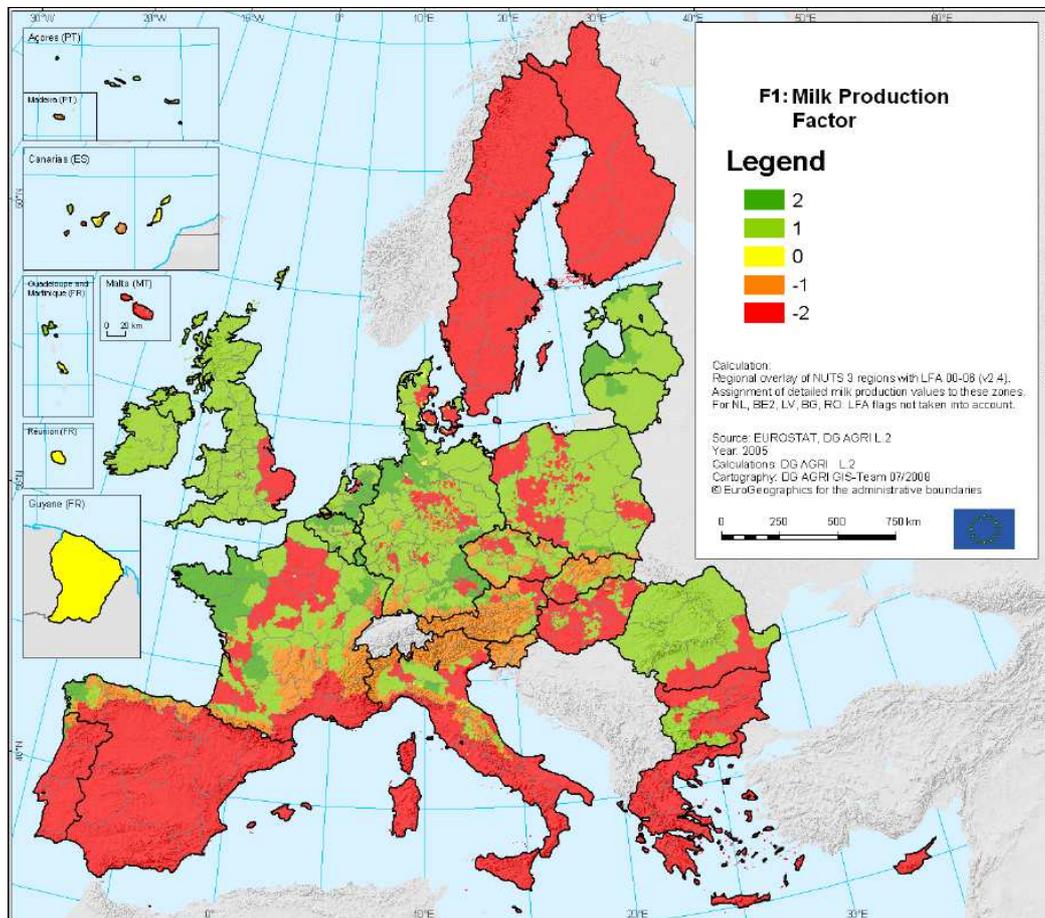


Figura 2: Informe UE 2008 sobre las zonas más idóneas para la producción de leche. Fuente: Directorate-General for Agriculture and Rural Development, (2008).

En los sistemas intensivos gallegos existe un alto consumo de forrajes, praderas y maíz, acompañados de un uso racionalizado de concentrado. Para apostar por el pastoreo se debe tener en cuenta la oferta, producción y calidad del pasto, ingestión de materia seca, tasa de sustitución de concentrado y requerimiento del rebaño; todo esto para seguir manteniendo una alta producción lechera. Galicia tiene una importante superficie de prados y pastizales, en explotaciones lecheras gran parte de estos se destinan para el maíz, sobre todo para ensilar.

Las principales especies utilizadas en pastoreo en Galicia son: raigras italiano (*Lolium multiflorum L.*), dactilo (*Dactylis glomerata L.*), trébol violeta (*Trifolium pratense L.*) y trébol blanco (*Trifolium repens L.*); acompañadas de malas hierbas como diferentes

variedades de poas (*Holcus lanatus L.*, *Agrostis sp.*, *Cynosurus cristatus L.*) llantén (*Plantago lanceolata L.*) y otras leguminosas (Piñeiro y González, 1998).

Por las condiciones edafoclimáticas de Galicia, la estacionalidad de crecimiento del pasto obliga a que la alimentación de las vacas de leche dependan de 4 a 6 meses de los forrajes ensilados (Flores et al., 2003b), el más utilizado es el silo de maíz, el cual tiene una menor cantidad de ácidos grasos poliinsaturados y ω -3 que el pasto, pero también con respecto al pasto reducen el porcentaje de ácidos grasos saturados y el ratio ω -6/ ω -3, incrementando la proporción de ω -3. Una buena estrategia para optimizar el perfil lipídico es la alimentación con semillas de lino, su elevado coste hace que no sea una práctica muy habitual. La inclusión de alfalfa dentro de las rotaciones forrajeras de las explotaciones permitiría disponer de forraje verde durante el verano, dada su capacidad de extraer humedad de las capas más profundas (Couvreur et al., 2006). En cuanto al uso de conservantes ácidos, eficaces para controlar la fermentación, no se ha popularizado en Galicia.

La evolución seguida por el sector productor lácteo gallego impone algunas interrogantes con relación a su futuro en un mercado europeo, líder mundial en producción láctea y donde desaparecerán las cuotas en 2015. En efecto, la viabilidad económica de las explotaciones que siguen estos modelos intensivos de producción depende, fundamentalmente, de que el precio de las materias primas de los concentrados en los mercados internacionales no se eleve por encima de ciertos niveles. A este respecto, los investigadores irlandeses French y Shalloo (2009) opinan que, para las explotaciones que dependen fuertemente del consumo de concentrados comprados, el precio al que los productores deben cobrar la leche debería ser, como mínimo, el doble del precio del cereal en los mercados internacionales. Estos investigadores alentaban a los productores irlandeses a explotar la potencialidad de producción de pastos de su territorio y a su utilización eficiente en los sistemas ganaderos como clave para su supervivencia.

La posibilidad de que esta desfavorable relación de precios no sea meramente coyuntural, sino que presida el escenario de la producción láctea europea y mundial en el futuro, amenaza la supervivencia de los modelos productivos como el gallego y enfatiza la importancia de la disponibilidad de tierra para la producción de forrajes y la aplicación de tecnologías eficientes para su cultivo, aprovechamiento y utilización como alimento del ganado. Aunque debería parecer evidente, no está de más recalcar que la tierra es un

factor de producción necesario y escaso, por lo que no debe permanecer inculta y desaprovechada. En este sentido, debe ser puesto de manifiesto que a las causas de la dificultad de la ampliación de la base territorial de las explotaciones ganaderas señaladas por los investigadores citados anteriormente, debemos unir como factor determinante y decisivo la incapacidad por parte de los poderes públicos en cuanto al diseño y aplicación de políticas efectivas de conservación y movilización productiva de la SAU dirigidas a la producción de forrajes para la alimentación racional, económica y sostenible de la cabaña ganadera de Galicia. Ha sido discutida en otros trabajos (Flores et al., 2003c; Ribas, 2004) que, a pesar de su efecto positivo en la corrección de determinadas deficiencias de la estructura de las explotaciones lácteas, la concentración parcelaria, aplicada desde los años 60 del pasado siglo en Galicia con un coste público muy elevado, fue incapaz de inducir la ampliación de la base territorial de las explotaciones lácteas, entre otras razones porque la normativa no estaba concebida para ello.

2. Manejo de la alimentación de vacas lecheras de media-alta producción en pastoreo

2.1 Características del pastoreo

El pastoreo requiere de unas determinadas condiciones como son grandes extensiones de tierra y un número elevado de vacas, las instalaciones suelen ser mínimas a excepción de la sala de ordeño. Esta práctica es muy común en zonas de amplias extensiones como Nueva Zelanda, Azores o Sudáfrica; la disponibilidad y el precio de la tierra dificultan esta práctica en España (Bach et al., 2008).

El pastoreo reduce el tiempo de estabulación, la cantidad de purín almacenado en las fosas, evita gasto de maquinaria y trabajo, mantiene un buen estado sanitario de los animales, mejora los pastos (aporte de N por la orina de las vacas), es una fuente barata de nutrientes, conserva el paisaje rural y da una buena imagen al consumidor, aunque tiene como inconveniente la dependencia de las condiciones climáticas.

2.2 Manejo del pastoreo

Para un buen manejo del pastoreo, especialmente en altas producciones, es necesario conocer y optimizar la relación: capacidad productiva (cantidad y calidad) de las parcelas - necesidades nutritivas del rebaño; para esto hay diversas técnicas como son: agrupación de partos en primavera, otoño o ambas, establecer grupos con distintas

producciones (alimentación más selectiva), emplear suplementos selectivos ajustando la ración en pastoreo, en ocasiones incluso se pueden evitar, etc. Se busca optimizar la ingestión de forraje y la digestión ruminal; éstas dependen del estado de lactación y del valor nutritivo y características físicas de las praderas. La capacidad de ingestión del pasto también depende de las características de cada animal: potencial productivo de la vaca, genética y número de partos. La ingestión en sí además de la capacidad de ingestión depende de: el **pasto en oferta** (factor muy variable), un mayor índice de pasto en oferta provoca una mayor altura del pasto residual y una menor utilización de éste; y de la **calidad del pasto**, si el porcentaje de materia seca del pasto es bajo se reduce la capacidad de ingestión (panza llena, el agua reduce la palatabilidad, mayor tiempo de masticado), un pasto de buena calidad tiene más hojas, verdes sobre todo, que tallos, peor aún si están espigados, esto influye sobre el número y peso de los bocados. Lazzarini (2010) recomienda prestar especial atención al pre y al post pastoreo; si el pasto en pre-pastoreo está muy bajo se restringe la ingestión del animal y su condición corporal se ve mermada; si el pasto es muy alto, algunas partes de las plantas crecen más de lo deseado y la calidad se empobrece. En cuanto al post, dice que el pasto rechazado determina la calidad del pasto para futuros pastoreos. Por otro lado también afirma que el valor nutritivo de un forraje influirá sobre la digestibilidad y sobre la eficiencia de utilización de los nutrientes absorbidos; aunque ambas, leguminosas y gramíneas, tienen un elevado valor nutritivo, son las leguminosas las que normalmente destacan, debido a su eficiencia de utilización de los nutrientes absorbidos, y su mayor capacidad de ingestión; son más fermentescibles por su estructura rica en carbohidratos, y pasan menos tiempo en el rumen, de ahí que sean más digestibles que las gramíneas. En cuanto a los raigrases, los tetraploides son más digestibles que los perennes; los italianos e híbridos son los de mayor valor nutritivo.

2.3 Proteína y Carbohidratos

Otro punto importante es mantener el equilibrio proteína-energía (necesidad de N para los microorganismos del rumen) (González Rodríguez, 2003). Para Lazzarini (2010) la proteína y carbohidratos son los principales nutrientes necesarios en las dietas de los rumiantes, ya que influyen sobre producción y composición de leche, mantenimiento, preñez, y movilización de los tejidos corporales. El suplemento de energía lo proporcionan los carbohidratos, principal componente estructural de las plantas, que son fuente de ácidos grasos volátiles, metano y dióxido de carbono. La proteína secretada

por la leche depende de la producción y composición de ésta, la cual varía marcadamente con respecto a la dieta. La eficiencia de utilización de N puede ser una de las más eficientes formas de convertir la proteína vegetal en N en leche, lo cual es considerado una ventaja para el medio ambiente. Para Kolver (2002) la principal limitación en la producción de leche es la energía proporcionada por los nutrientes (proteína, fibra neutro-detergente, materia orgánica), cuando la producción de leche es elevada necesitamos aportes extras de energía que no nos da por completo el pastoreo: suplementos; su cantidad y tipo vienen determinados por los déficits alimentarios.

2.4 Suplementación

Por otro lado González Rodríguez (2003) indica que el principal limitante en sistemas de producción lechera con pastoreo es el bajo consumo de materia seca (MS), que depende de la disponibilidad de pasto, y de los bocados del animal. Elgersma et al. (2006) señalan que una alta producción lechera requiere una alta suplementación de energía y nutrientes si se quiere alcanzar una alta ingestión de MS.

El objetivo de la suplementación es aumentar el consumo total de MS y el consumo de energía, que revierte en una mayor rentabilidad por vaca y unidad de superficie: aumentar la producción de leche por vaca, aumentar la carga y la producción de leche por unidad de superficie, mejorar el uso de pastura a través de mayores cargas, mantener o mejorar el estado corporal en épocas de limitaciones de pastura para mejorar la reproducción, aumentar el largo de la lactancia en épocas de limitaciones de pastura y aumentar el contenido de proteína en leche a través de la suplementación energética.

Para Elgersma et al. (2006) la productividad del ganado vacuno lechero depende de la ingesta de pasto y de su valor nutritivo, éste varía considerablemente a lo largo de los días, un aumento de la producción de leche requiere un cuidado con el balance de la dieta, la suplementación es un complemento que equilibra las variaciones de calidad del pasto. La producción de leche cuando hay suplementación depende de la tasa de sustitución, $TS = (\text{consumo de MS en vacas no suplementadas} - \text{consumo de MS de vacas suplementadas}) / \text{consumo de MS de suplemento}$, siendo ésta una relación negativa; cuando TS es grande la respuesta de leche es baja. En dietas exclusivas de pastoreo, una mayor cantidad de concentrado suplementado da más cantidad de proteína en leche, menos grasa y mayor producción lechera (Bargo, 2003). La suplementación con concentrados depende del tipo de concentrado y de las necesidades de las vacas, más que de su producción o estado de lactación, y está en función del resto de la ración,

si el forraje es de buena calidad y abundante el efecto del concentrado es limitado o nulo. (González Rodríguez, 2003).

Patterson y Morrison (2006) concluyen que la suplementación de buena calidad aumenta la capacidad de ingestión y la concentración de materia seca con respecto al raigras. También encontraron que no había efecto del concentrado sobre la fuente de energía, producción de leche y calidad. La suplementación es necesaria también debido a los cambios estacionales, en la época de crecimiento del pasto, éste es la principal fuente de nutrientes, pero a medida que la estación avanza su composición química y contenido de materia seca comienza a declinar. Aumentar la oferta de pasto puede provocar una eficiencia de utilización muy pobre que puede repercutir en el coste de producción. Por último afirman que la suplementación mejora la fertilidad y la longevidad.

Para el estudio realizado por Pérez-Ramírez et al. (2005) se encontró que el mayor problema del pastoreo eran las desfavorables condiciones climáticas y la corta duración del día, sobre todo al final del invierno y en otoño, lo que provoca una reducción del crecimiento del pasto; como solución para estas estaciones aconseja la suplementación, pero sobre todo la restricción de pasto diaria.

3. La producción de leche diferenciada por el perfil de ácidos grasos mediante la alimentación con pastos y forrajes: una oportunidad para los productores gallegos

3.1 Ácidos Grasos

Existen diferentes tipos de ácidos grasos, están los saturated fatty acids (SFA) es decir, aquellos que no poseen doble cadena de carbono en ninguno de sus enlaces, y están los unsaturated fatty acids (UFA); dentro de estos a su vez, tenemos los monounsaturated fatty acids (MUFA), con solo un doble enlace y los polyunsaturated fatty acids (PUFA) con más de un doble enlace.

Entre los insaturados tenemos muchos ácidos grasos beneficiosos para la salud humana como son el ácido vacénico (VA), el ácido linoleico conjugado (CLA) (en especial el *C 18:3 Cis-9, trans-11 y también el Cis-12, Trans-10*, según Schmitt et al., 2006), precursor del ácido ω -3, y el ácido α -linolénico, precursor de los ácidos eicosapentanoico (EPA) y el docosaheptanoico (DHA); diferentes autores (Lock y Bauman, 2003; Dhiman et al., 2005; Dewhurst et al., 2006; Schmitt et al., 2006; Haug et

al, 2007; Schmitt, 2010) afirman que ayudan a prevenir enfermedades como el cáncer, la diabetes o la aterogénesis, y que mejoran el sistema inmune y la mineralización ósea así como los ácidos grasos saturados son un problema en relación al colesterol y las enfermedades coronarias (Grummer, 1991).

Dewhurst et al. (2009) además de insistir sobre los beneficios de reducir los ácidos grasos saturados también destacan la importancia de aumentar los ω -3 (en especial el EPA y el DHA), así como el CLA.

Tabla 1: Concentración de ácidos grasos en la leche, porcentaje de contribución de la dieta del ganado vacuno en cada 0.5 l de leche y sus principales efectos beneficiosos.

Milk component	Concentration in 1 l whole milk ^a	Percent contribution of 0.5 l whole milk to reference intake ^b	Health effects
Fat	33 g/l		Energy rich
Saturated fatty acids	19 g/l		Increase HDL, small dense LDL, and total cholesterol. Inhibition of bacteria, virus
Oleic acid	8 g/l		Prevent CHD, gives stable membranes
Lauric acid	0,8 g/l		Antiviral and antibacterial
Myristic acid	3,0 g/l		Increase LDL and HDL
Palmitic acid	8 g/l		Increase LDL and HDL
Linoleic acid	1,2 g/l		Omega-6 fatty acid
Alpha linolenic ^a	0,75 g/l		Omega-3 fatty acid
Protein	32 g/l	30–40%	Essential amino acids, bioactive proteins, peptides. Enhanced bioavailability
Lactose	53 g/l		Lactosylation products
Calcium	1,1 g/l	40–50%	Bones, teeth, blood pressure, weight control
Magnesium	100 mg/l	12–16%	For elderly, asthma treatment
Zinc	4 mg/l	18–25%	Immune function. Gene expression
Selenium	37 ug/l	30%	Cancer, allergy, CHD
Vitamin E	0,6 mg/l	2 %	Antioxidant
Vitamin A	280 ug/l	15–20%	Vision, cell differentiation
Folate	50 ug/l	6 %	DNA synthesis, cell division, amino acid metabolism
Riboflavin	1,83 mg/l	60–80%	Prevent ariboflavinosis
Vitamin B ₁₂	4,4 ug/l	90%	Key role in folate metabolism

^a data from USDA Food Composition Data [9].

^b Dietary reference intake (DRI) for men and women [4].

Fuente: Haug et al. (2007)

Schmitt (2010) y Taverna et al. (2010), afirman que la relación ω -6/ ω -3 es considerado un criterio determinante para la prevención de enfermedades cardiovasculares, metabólicas, inmunológicas, neurológicas (retina, reacción inflamatoria, adipogénesis, resistencia a la insulina, trombogénesis y proliferación celular) y cancerígenas; Haugh et al. (2007) determinan que este ratio debe ser del orden de 2:1, las recomendaciones de Mourot et al. (2009), son de incrementar la cantidad de ω -3 y descender la de ω -6, para llegar a un resultado de una relación C18:2/C18:3 igual a 5 (en nuestra alimentación suele variar entre un 15 y un 30), afirman también que una carencia de α -linolénico provoca anomalías de la visión y problemas neurológicos, y que los ácidos grasos ω -3 tienen funciones específicas como el desarrollo del cerebro y del sistema nervioso. En la tabla 1 podemos ver la concentración de los principales componentes de la leche y sus efectos beneficiosos.

3.2 Fuente de ácidos grasos: dieta

Los mamíferos no son capaces de producir dobles enlaces entre los carbonos 3 y 6, es decir, que para incorporar los ω -3 y los ω -6 a nuestra dieta nos tenemos que ayudar de las plantas, a partir de estos ácidos podemos originar otros PUFA(s) y MUFA(s) esenciales. Así, lo que se pretende es incorporar ácidos grasos beneficiosos a la dieta del ganado vacuno lechero para que así estos ácidos grasos beneficiosos puedan ser incorporados a la dieta humana mediante la ingestión de la leche de estas vacas.

3.3 Forrajes

El forraje puede modificar la composición físico-química “macro” (grasa, proteína,...) y “micro” (N, ácidos grasos, vitaminas, urea, Ca, P,...) de la leche; y de la leche a su vez se pueden transferir estos cambios a sus productos derivados (productos lácteos) (Taverna et al., 2010).

Recientes estudios (Dewhurst et al., 2006; Elgersma et al., 2006; Dorland et al., 2008; Dewhurst et al., 2009; González Rodríguez et al., 2010; Van Kalač y Samková, 2010; Wyss et al., 2010;) han puesto de manifiesto que los forrajes, en especial el pastoreo, provocan un aumento en la cantidad de ácidos grasos beneficiosos en la cantidad total de leche, esto se acentúa más en primavera que en verano; los ácidos grasos más numerosos en los forrajes son el palmítico (C16:0), el linoleico (C18:2) y el linolénico

(C18:3) (Boufaïed et al., 2003). En la tabla 2 podemos ver la composición porcentual de ácidos grasos con diferentes dietas.

Tabla 2: Composición porcentual de ácidos grasos en distintos alimentos destinados al ganado vacuno lechero.

Feed*	C _{14:0}	C _{16:0}	C _{16:1}	C _{18:0}	C _{18:1}	C _{18:2}	C _{18:3}	Others**
— Fatty acid, % of total reported fatty acids —								
Pasture								
Grass ²⁰⁸	0.5	19.2	0.2	1.6	2.2	20.4	55.9	0.0
Clover ²⁰⁸	0.5	22.9	0.3	3.4	3.6	21.1	48.2	0.0
Grass + legume ⁸⁶	1.5	20.0	1.2	2.6	4.2	18.9	51.6	0.0
Silage								
Grass ¹⁶³	5.4	24.0	0.6	2.9	6.3	14.5	46.2	0.0
Corn ¹²³	1.1	15.2	0.5	3.5	18.9	40.9	6.1	13.8
Hay alfalfa ¹²³	1.2	22.9	0.4	4.0	4.9	18.1	23.5	25.0
Concentrates								
Barley ²⁰⁹	0.0	27.6	0.9	1.5	20.5	43.3	4.3	1.9
Corn ²⁰⁹	0.0	16.3	0.0	2.6	30.9	47.8	2.3	0.0
Oats ²⁰⁹	0.0	22.1	1.0	1.3	38.1	34.9	2.1	0.5
Wheat ²⁰⁹	0.0	20.0	0.7	1.3	17.5	55.8	4.5	0.2
Byproducts								
Gluten meal ²⁰⁹	0.0	17.2	0.9	0.8	26.7	53.0	1.4	0.0
Distillers' grains ²⁰⁹	0.0	15.6	0.0	2.7	24.2	54.5	1.8	1.2
Plant seeds/oils								
Soybean ¹⁰⁸	0.0	11.0	0.0	3.8	23.3	54.5	5.9	1.5
Extruded soybean ⁹⁹	0.0	14.5	0.0	3.8	19.5	53.2	9.1	0.0
Extruded cottonseed ⁹⁹	0.0	23.4	0.5	2.2	16.5	57.4	0.0	0.0
Sunflower ⁹⁸	0.0	4.0	0.0	5.4	21.2	69.4	0.0	0.0
Peanut ⁹⁸	0.0	12.3	0.0	3.2	51.5	30.2	0.0	2.8
Linseed ⁹⁸	0.0	6.5	0.0	4.0	22.7	15.4	51.4	0.0
Fish oil ¹²⁶	8.0	22.0	11.0	3.0	21.0	2.0	1.0	32.0***
Animal tallow ²¹⁰	3.2	24.8	5.3	14.5	45.9	5.9	0.3	0.0

Fuente: Dhiman et al. (2005).

Por otro lado se debe destacar que los PUFA(s) no sólo tienen efectos beneficiosos, ya que también tienen una marcada tendencia a la oxidación (Kalač y Samková, 2010). Grummer (1991) indica que lo ideal en la leche es que contenga un 10% de PUFA(s), 8% de SFA y 82% de MUFA(s) y que de no dar estos resultados, deberían ser modificados mediante un cambio en la dieta de las vacas. De todas formas el perfil de ácidos grasos puede variar en función de la especie, cultivar, y estado fenológico (Cabiddu et al., 2009). Wyss et al. (2010) también afirman que existen otros factores como, además de especie y estado de desarrollo; temperatura, e intensidad de la luz, entre otros; en particular el CLA depende de diversos factores como son alimentación animal, edad, dieta y manejo (Dhiman et al., 2005).

3.4 Ácidos grasos en leche

En muchos países desarrollados se asocia el consumo de leche con el consumo de ácidos grasos saturados, lo que ha generado una visión negativa de este producto. Las proporciones típicas de ácidos grasos en la leche serían estas: 70-75% SFA, 20-25% MUFA y 5% de PUFA (Dewhurst et al., 2006).

La grasa láctea contiene un balance de AG menos favorable que los de la grasa vegetal o los del aceite de pescado, conteniendo una alta concentración de C14:0 a C16:0 y bajas concentraciones relativas de AG poliinsaturados. La leche de vacuno es el tercer alimento en importancia en relación al consumo de lípidos por la población española detrás de los aceites vegetales (Toledano-Díaz, 2001).

La composición en ácidos grasos de la leche depende del genotipo de la vaca y del estado de lactación, pero el método más adecuado para influir en aquella es el manejo de la nutrición (Givens y Shingfield, 2006).

3.5 Características de las explotaciones gallegas

Ciertas industrias lácteas gallegas bonifican la leche enriquecida de forma natural respecto de la leche estándar, lo que constituye un estímulo económico para los ganaderos. Muchas explotaciones realizan el pastoreo de las praderas (dominadas por especies gramíneas, fundamentalmente raigras inglés) durante el período de comienzos de primavera a mediados o finales de julio, lo que combinan con la suplementación al ganado en el establo. A partir de esta época empieza a sentirse el efecto de la falta de humedad sobre el crecimiento de los pastos y su calidad se deteriora, siendo preciso alimentar al ganado con ensilados.

Esto provoca un aumento de los gastos en alimentación no sólo por el mayor coste de los ensilados respecto del forraje pastado, sino porque es preciso recurrir a la suplementación de la ración con semillas o aceites de oleaginosas ricos en AG poliinsaturados, por lo general lino, a fin de mantener el perfil graso de la leche requerido por la industria. En esta situación los ganaderos muestran interés por conocer las posibilidades de poder ampliar la estación de pastoreo mediante la utilización de especies pratenses que extiendan su estación de crecimiento en el verano manteniendo un adecuado valor nutricional (Flores et al., 2011).

Estudios realizados en el CIAM ponen de manifiesto la importancia del cultivo de las leguminosas en Galicia, como por ejemplo en el caso del trébol blanco, el cual puede llegar a producir la misma cantidad de materia seca que algunas gramíneas, muy

productivas en la Cornisa Cantábrica, incrementando al mismo tiempo la productividad animal y reduciendo el uso de energía fósil (Piñeiro et al., 2002a y 2002b). El trébol violeta y la alfalfa sin embrago son menos adaptables a condiciones adversas que el trébol blanco (CIAM, 2008). La alfalfa da mejores producciones en verano que los tréboles blanco o violeta si las condiciones del terreno tienen una calidad suficiente: profundos, buen drenaje y buena fertilidad. En el CIAM el pastoreo con alfalfa se pudo extender hasta octubre, mientras que praderas de gramíneas y trébol blanco cesaban su actividad a mediados de julio por falta de humedad, había una mayor disponibilidad de forraje en verano (Laranjo et al., 1993). El cultivo invernal de leguminosas acompañado de un cereal en comparación con raigrás italiano es mejor por su mayor contenido proteico y similar rendimiento en materia seca (Bande et al., 2008).

Estudios realizados por Flores et al. (2003a), Fernández-Lorenzo et al. (2007) y Pereira et al. (2009), demuestran el buen comportamiento del guisante forrajero en rotación con el maíz forrajero en las explotaciones gallegas. También son de interés para las explotaciones gallegas otras especies leguminosas anuales, orientadas a la producción de forraje a la salida de invierno, para consumo en verde mediante siega o ensilado, adaptadas a una rotación de dos cultivos por año donde el maíz ocupa el papel principal como cultivo de verano, las características de estas especies se pueden ver en el siguiente apartado, algunas de estas especies son: trébol encarnado (*Trifolium incarnatum*), trébol vesiculoso (*T. vesiculosum*), trébol miqueliano (*T. miquelianum*), trébol persa (*T. fragiferum*) y Serradela (*Ornithopus compressus*).

4. Papel de las leguminosas pratenses en los sistemas forrajeros: aplicación al caso de explotaciones lecheras gallegas

4.1 Pastoreo

El cultivo de las leguminosas es considerado una buena estrategia para combatir el cambio climático: reducen las emisiones de gases de efecto invernadero; mejora la fertilidad del suelo, ya que contribuye a un almacenamiento de nutrientes más equilibrado y mejora la estructura del suelo; mejora también la calidad de las aguas, reduce substancialmente el lavado de nutrientes; preserva la diversidad varietal de cultivos, son más resistentes a plagas y enfermedades, son esenciales para fijar nitrógeno atmosférico y son una importante fuente de proteína (European Parliament, 2010). El trébol blanco y el violeta serán los tratados en este estudio en comparación al

raigras. Dewhurst et al. (2009) y Steinshamn (2010) afirman que estas dos leguminosas son de fácil ingestión con lo que ésta aumenta y consecuentemente provoca un aumento en la producción lechera, por otro lado su cultivo es más complicado: baja ensilabilidad y dificultad de establecimiento y manejo, se pierden hojas en la manipulación de este forraje en campo y es difícil conseguir un equilibrio adecuado al mezclarlas con otro cultivo. En cuanto a ácidos grasos hacen aumentar los PUFA(s) ω -3, Van Dorland et al. (2008) afirman que consecuentemente desciende la concentración de CLA en el perfil de ácidos grasos de la leche, también provocan una reducción de la emisión de metano en relación al consumo de raigras, pero tienen un inconveniente, y es que hacen aumentar la cantidad de N eliminado por la orina.

En el presente estudio se quiere comparar el perfil de ácidos grasos presente en la leche mediante tres tratamientos diferentes: ingestión de trébol blanco, trébol violeta y raigras inglés. A continuación se describe brevemente las características de diversas leguminosas y de una gramínea como es el raigras inglés.

4.1.1 *Trifolium repens* L.

El trébol blanco (*Trifolium repens* L.) (Imagen 1) es una planta perenne fácilmente distinguible de los otros tréboles cultivados a causa de su tallo rastrero. Éste es sólido y crece junto a la superficie del suelo emitiendo raíces blancas y fibrosas de los nudos o partes donde nacen las hojas y los pedúnculos florales. Estos tallos rastreros nacen de la unión de la raíz con el tallo de la planta. Tienen hojas trifoliadas ovaladas o circulares con pequeñas serraduras en los márgenes, y a veces con manchas blanquecinas en el haz. Las inflorescencias tienen forma de racimos globulares. Las flores son blancas a veces con algún matiz rosáceo.

Tiene un alto valor nutritivo y una alta capacidad de ser ingerido, lo que lo convierte en un buen forraje para asegurar una buena condición corporal a los rumiantes. También es una buena fuente de N para los suelos y rico en proteínas y minerales, adaptado a un amplio

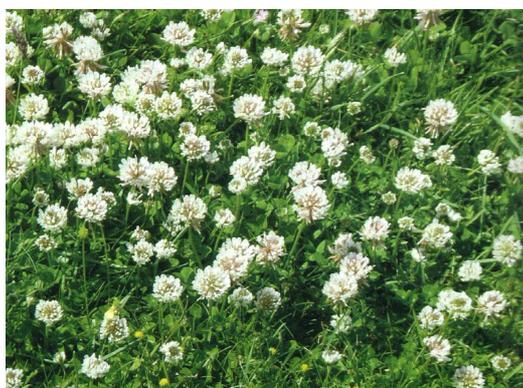


Imagen 1: *Trifolium repens* L.
Fuente: Frame (2004).

rango de suelos y condiciones ambientales. Su crecimiento estolonífero la hace una especie fácilmente adaptable al pastoreo, así como su condición morfológica la hace

adecuada también para ser conservada. Inconvenientes: su persistencia y producción varían de año en año. Bajo crecimiento en primavera y menos condición agronómica previsible que el raigras fertilizado con N. Puede verse afectada por enfermedades y pestes, y puede causar meteorismo en rumiantes.

Según Dewhurst et al. (2009) es la leguminosa más importante utilizada en el pastoreo, y Steinshamn (2010) afirma que da más leche y proteína que el trébol violeta.

4.1.2 *Trifolium pratense* L.



Imagen 2: *Trifolium pratense* L.
Fuente: Frame (2004).

El trébol violeta (*Trifolium pratense* L.) (Imagen 2) es una planta perenne de corta vida. Posee una fuerte raíz principal provista de numerosas ramas laterales finas. Tanto la raíz principal como las laterales presentan una serie de pequeños nódulos cilíndricos de unos milímetros de longitud, los cuales están fijados por uno de sus extremos.

Del pie de la planta parten numerosos tallos, más o menos erguidos que pueden ser sólidos o huecos, algunos se hacen huecos tras la floración. Las hojas están compuestas de tres folíolos y parten de pecíolos cortos. Los folíolos son ovales o elípticos y con frecuencia manchados. Los bordes de las hojas nunca son dentados. El color de las flores varía desde el rosa al malva, son frecuentes las manchas rojas y púrpuras, pero se encuentran raramente flores blancas.

Es una buena planta forrajera con un alto valor nutritivo y una alta aceptabilidad, se adapta a un amplio rango de suelos y condiciones medioambientales. Es fuente de materia orgánica y buena fijadora de N. Ofrece un alto valor nutritivo y alta capacidad de ingestión lo que ocasiona una buena condición corporal para los rumiantes. Como inconveniente, es inadecuado al pastoreo intensivo, es una especie de corta duración. Con alta susceptibilidad a la invasión de malas hierbas, debido a los amplios espacios o calvas que dejan en el suelo. La producción baja marcadamente con el tiempo y se puede ver afectado por varias enfermedades y pestes.

El trébol violeta suele utilizarse para pastoreo, puro o mezclado con otras especies (Dewhurst et al., 2009). En relación al raigras aumenta la producción de leche, la

ingesta, el contenido de ácidos grasos beneficiosos, como el α -linoleico, e isoflavonas, mejora la eficiencia del N ingerido, de alto valor nutritivo para los rumiantes, y contiene más polifenol-oxidasas que puede reducir la lipólisis y la proteólisis (Steinshamn, 2008) y también permite extender la estación de pastoreo durante el verano y reducir así los costes de producción (Flores et al., 2011). Según Lee et al. (2009) el trébol violeta en contraposición al raigras tiene una mayor concentración de ácidos grasos poliinsaturados C18 y más proteína en leche, pero no mejora la eficiencia del uso de N. Es una excelente forrajera utilizada para ensilar y para pastoreo, que une a su propiedad de ser una planta con capacidad para mejorar el suelo, la facilidad de establecimiento, vigor temprano, rápido crecimiento, alto valor nutricional y buen rendimiento (Smith, 2000). Su raíz profunda, por otra parte, permite extraer humedad de horizontes inferiores del suelo y presentar un mejor comportamiento a las situaciones de falta de humedad, comparado con los raigrases. Por otro lado Steinshamn (2010) considera que aumentar la cantidad de trébol violeta, en comparación al raigras, provoca un descenso en la cantidad de proteína y grasa de la leche, pero aumenta la cantidad de PUFA(s), en especial C18:3 n-3, e isoflavonas.

4.1.3 *Trifolium incarnatum* L.

El trébol encarnado (*Trifolium incarnatum* L.) (Imagen 3) es una planta anual. Tiene una raíz principal que emite finas raicillas laterales. En ella se encuentran nódulos de forma alargada y muy adheridos. El tallo es erecto, delgado, sin ramas laterales y con muchos pelos: en él pueden existir algunas manchas purpúreas. Las hojas se encuentran sobre pecíolos largos que son más cortos en la parte superior del tallo. Los folíolos son muy anchos, con forma de corazón y muy pelosos en ambas superficies.



Imagen 3: *Trifolium incarnatum* L.
Fuente: Elaboración propia.

La inflorescencia es terminal y un poco separada de la hoja más alta, al principio es corta y fusiforme, pero luego se alarga en forma de cono. Las flores son de color rojo brillante.

Tiene un alto valor nutritivo y capacidad de ingesta lo que ocasiona una buena condición corporal para el rumiante. Tiene una fase de establecimiento vigoroso con

una alta producción forrajera. Fácilmente adaptable a un amplio rango de suelos. Su maduración temprana la hace adecuada a rotaciones con plantas como el maíz. Como inconveniente tiene una auto-resiembra bastante pobre debido a la morbidez de su semilla, a su susceptibilidad a pestes de insectos y a diversas enfermedades. Riesgo de meteorismo.

4.1.4 *Trifolium michelianum* Savi.

El trébol migueliano (*Trifolium michelianum* Savi) (Imagen 4) es una planta anual con un tallo hueco semi-erecto u erecto, principalmente verde y a veces con coloración roja.



Imagen 4: *Trifolium michelianum* Savi
Fuente: Elaboración propia.

Hojas trifoliadas con márgenes aserrados. Flores blanquecino-rosas, pasando a marrones a medida que llega la maduración.

Adaptado a un amplio rango de suelos, tolerante al encharcamiento y a la salinidad moderada. Alta producción con un rápido crecimiento en primavera. Buena productora de

semillas y altamente aceptable para forraje. Presenta los inconvenientes de susceptibilidad a pestes, falta de vigor del semillero y bajo crecimiento en otoño.

4.1.5 *Trifolium resupinatum* L.

El Trébol persa (*Trifolium resupinatum* L.), tiene dos variedades importantes: la *majus* (hoja ancha) (Imagen 5) y la *resupinatum* (hoja estrecha) (Imagen 6). Es una planta anual, con tallos postrados (sobre todo la variedad *resupinatum*) a erectos, delgados (más fina aún en la variedad *resupinatum*) y huecos. Hojas trifoliadas, anchas o estrechas dependiendo de la variedad como se ha indicado antes. Inflorescencias esféricas con corola purpúrea a blanquecina y lanosa con la



Imagen 5: *Trifolium resupinatum* L. var. *majus*
Fuente: Elaboración propia.

maduración, que suele ser en estación tardía, o media estación en el caso de la variedad *resupinatum*.



Imagen 6: *Trifolium resupinatum* L. var. *resupinatum*
Fuente: Elaboración propia.

Buena para producción de leche en rumiantes. Adaptada a un amplio rango de suelos, soporta temporalmente los encharcamientos y es tolerante al frío. Tiene una alta capacidad de producción de semillas, la variedad *resupinatum* es de semilla más dura, altamente adecuada para regeneración anual. Proporciona un forraje con un alto valor nutritivo. Como inconveniente tiene un crecimiento de

semilla muy lento, la variedad *majus* no está capacitada a la regeneración anual. Riesgo de meteorismo en rumiantes.

4.1.6 *Trifolium vesiculosum* Savi.

El trébol vesiculoso (*Trifolium vesiculosum* Savi) (Imagen 7) es una planta anual, semi-erecta, sus ramas crecen en forma de roseta y el tallo es hueco. Las hojas crecen alrededor del tallo y sus elongaciones, son ovaladas y verdes con manchas en forma de V que pueden ser blancas, verdes o rojas. Inflorescencia cónica u oblonga, las flores son inicialmente blancas y purpúreas con el paso del tiempo.

Son de alta producción, sobre todo con cultivares maduros, buena aceptabilidad para forraje, y alto valor nutritivo. Su enraizamiento profundo le permite conseguir humedad en profundidades de suelos arenosos o pedregosos. La producción de semilla es muy fácil y barata. Inconveniente: susceptible a virosis y riesgo de meteorismo en rumiantes.



Imagen 7: *Trifolium vesiculosum* Savi
Fuente: Elaboración propia.

4.1.7 *Ornithopus sativus* Brot.

La serradela (*Ornithopus sativus* Brot.) (Imagen 8) es una planta anual pubescente multi-ramificada. Crecimiento inicial erecto que se va haciendo postrado con el crecimiento. Hojas pinadas, finamente aserradas, con pares de hojas lanceoladas verde-azuladas. Enraizamiento profundo. Inflorescencia en umbela. Flores rosas y blancas.



Imagen 8: *Ornithopus Sativus* Brot.
Fuente: Elaboración propia.

Tolerante a suelos ácidos. Capacidad de auto-regeneración anual en otoño de semillas provenientes de veranos secos. Alto valor nutritivo y alto grado de resistencia a enfermedades y pestes. Su densidad y producción forrajera son variables de año en año, debido en parte por su regeneración anual de semillas.

4.1.8 *Medicago sativa* L.

La alfalfa (*Medicago sativa* L.) (Imagen 9) es una planta perenne, erecta o ascendente con hojas trifoliadas dispuestas alternativamente con forma estrecha y ovalada y de borde dentado. Del pie de la planta nacen numerosos tallos, la forma de su crecimiento hace que la alfalfa madura cubra por completo el suelo creando una vegetación espesa. Su raíz principal penetra profundamente en el suelo debido a su robustez. Su inflorescencia constituye un racimo de numerosas flores purpúreas, a veces amarillas.



Imagen 9: *Medicago sativa* L.
Fuente: Frame. (2004).

Su alto valor nutritivo conjuntamente con su alta capacidad de ingesta la hacen un buen competidor con otras especies para conseguir una buena

condición corporal en rumiantes, aunque la producción de leche sea similar en vacas alimentadas con raigras en forma de pasto. Una buena combinación para la alimentación animal sería la alfalfa, rica en proteínas, y el maíz, rico en energía.

La alfalfa es una fuente rica de proteína y minerales adaptada a un amplio rango de condiciones ambientales. Su hábito de crecimiento erecto la hace adecuada al

henificado, ensilado y forraje deshidratado artificial. Resistente a la sequía. Alta capacidad de ingestión y valor nutritivo, fuerte fijación de N. Inconvenientes: falta de persistencia a largo plazo. Inadecuada al pastoreo intensivo. Susceptible a muchas plagas y enfermedades. Puede causar meteorismo y hemólisis en rumiantes.

4.1.9 *Lolium perenne* L.

El raigras inglés (*Lolium perenne* L.) es una gramínea de limbo estrecho y brillante, de color verde puro, prefoliación plegada y aplastada, la base del tallo está coloreada con pigmentos.

Requiere una fertilización copiosa y sobre todo un clima húmedo y fresco. Su producción es estacional, en primavera y otoño. Es una planta de alta calidad pero poco resistente a zonas calurosas y secas.

La composición de ácidos grasos varía a lo largo de la estación de crecimiento. En primavera y otoño el raigras contiene una menor cantidad de fibra bruta (sobre todo hierba joven, que a su vez tiene mayor cantidad de ácidos grasos) y más proteína bruta y CLA que en verano. El ácido α -linolénico es el más importante en este cultivo, también varía dependiendo de la estación, al igual que el ω -3 que también va variando pero menos notoriamente (Wyss et al., 2010).

4.2 Aplicación explotaciones gallegas

Tal y como indica Piñeiro (2002) en su análisis sobre la situación de los prados y praderas de Galicia, en el último cuarto del pasado siglo se observó una reducción en el uso del trébol violeta, en paralelo a la evolución de los sistemas de producción de leche hacia modelos intensivos. En la actualidad es una especie poco utilizada, como lo demuestra el hecho de que las compras de esta semilla por parte de las cooperativas agrarias gallegas suponían a finales de los noventa aproximadamente el 3% del total de las semillas forrajeras adquiridas.

Piñeiro et al. (2010) revisando los resultados obtenidos en los ensayos de los montes gallegos, encontraron que en uno de los montes, de todas las nuevas leguminosas sembradas destacaron las siguientes: trébol encarnado, trébol vesiculoso, trébol persa *resupinatum* y trébol migueliano, este monte se caracterizó por un crecimiento más precoz a la salida de la primavera. En un segundo monte, después de un invierno muy frío tras la siembra de otoño, los autores destacan que dentro de las leguminosas los tréboles subterráneos apenas contribuyeron a la producción, debido probablemente a la

arquitectura de la planta, de porte bajo, y a que cumplen su ciclo bastante antes de la fecha de cosecha. Tampoco contribuyeron el aserruche, probablemente por la misma razón, ni la esparceta, por ser planta más adaptada a suelos calizos, ni el trébol persa *majus*, por su sensibilidad al frío, ni el loto, que también compite mal cuando hay un alto volumen de producción. La contribución del trébol blanco fue también baja, pero es una planta que muestra una gran plasticidad, lo que hace que se convierta en muy productiva en cuanto las condiciones le son favorables (mejora de la fertilidad, lluvia en el verano, aprovechamientos más frecuentes, menor competencia de leguminosas de talla alta en ciertos momentos, etc.). Tampoco en este caso el trébol migueliano mostró sus características positivas de precocidad en la producción, porque apenas se estableció, dada su mayor sensibilidad al frío que el vesiculoso, por ejemplo. Después de estos ensayos puede concluirse que no deben estar en las mezclas diseñadas para estos ambientes las siguientes leguminosas: trébol subterráneo, trébol persa *majus*, aserruche y esparceta. Quedan dudas sobre la utilidad de la esparceta y del loto, que deberá ser aclarada en posteriores trabajos.

Después de este análisis se concluye que las leguminosas más recomendables para la situación de montes de vecinos de la provincia de Ourense son los tréboles encarnado, vesiculoso, persa *resupinatum*, migueliano, violeta y blanco. El trébol migueliano se incluye por los buenos resultados dados en años posteriores en las praderas de Penamá (Allariz).

Como consecuencia, se recomienda que se modifiquen las mezclas que habitualmente se vienen usando, en el sentido de hacer desaparecer los tréboles subterráneos, el trébol persa *majus*, el trébol fresa, el aserruche y la esparceta y reforzar la presencia de los tréboles encarnado, vesiculoso, persa *resupinatum*, violeta y blanco.

En ciertas áreas de inviernos suaves ha suscitado interés, el uso de leguminosas anuales sembradas en el otoño y aprovechadas en la primavera siguiente para formar parte de rotaciones forrajeras de dos cultivos por año. Estos estudios no se han llevado a cabo en Galicia hasta la fecha.

5. El proyecto LEYMA NATURA: el porqué del ensayo de pastoreo

Un número creciente de explotaciones de leche gallegas están interesadas en diferenciar su leche en base al modelo de manejo de la alimentación del ganado con pastos y forrajes. Se trata de conseguir de forma natural un producto con un perfil de ácidos

grasos más acorde con las recomendaciones dietéticas de la Organización Mundial de la Salud (WHO, 2003).

Además de un **producto diferenciado** con un valor añadido, estas explotaciones buscan una manera de elaboración diferenciada, o lo que sería lo mismo conseguir un producto natural mediante un proceso natural como es el pastoreo. En este sentido y desde un punto de vista económico, aunque no se pueda cuantificar de manera exacta, Galicia tiene el potencial para conseguir una leche mejor pagada a un precio de elaboración más reducido. Un ejemplo: se sabe que las leguminosas son buenas fijadoras de N, por lo que el ganado vacuno no necesitaría un aporte extra de este nutriente.

Por otro lado también se busca una producción más respetuosa con el medio ambiente. El pastoreo reduce las movilizaciones de CO₂, ya que se reduce el uso de productos químicos como fertilizantes del suelo, maquinaria, procesado para la alimentación, etc.

De lo anterior se deriva la necesidad de realizar estudios aplicados en las zonas productoras lechera para evaluar la potencialidad de los forrajes a nivel local para servir de base a los sistemas productivos ganaderos y obtener, de forma económica y sostenible productos diferenciados de alto valor por sus favorables características organolépticas y saludables, diferenciando también el modelo de producción como un activo del modo de producir de cara a los consumidores.

Por ello se planteó un proyecto de investigación entre el Instituto Galego de Calidade Alimentaria (INGACAL), el Centro de Investigacións Agrarias de Mabegondo (CIAM) y la empresa LEYMA Central Lechera S. A., para estudiar el efecto del tipo de pasto sobre el perfil de ácidos grasos de la leche de vacuno (Ref. Proyecto: LE210A21DMO).

La empresa láctea gallega LEYMA S.A., tiene en el mercado la línea LEYMA NATURA de leche pasteurizada y UHT producida por ganaderos que siguen sistemas "menos intensivos".

MATERIALES Y MÉTODOS

Este ensayo fue realizado desde principios de abril hasta finales de julio de 2012 en el (Centro de Investigación Agrario de Mabegondo) CIAM, en Abegondo (A Coruña).

1. Animales

Se han empleado para este ensayo tres lotes de vacas de seis animales cada uno, 18 vacas en total de raza Holstein pertenecientes al rebaño experimental del CIAM, de un potencial productivo moderado, agrupando cada lote en función de su DEL (días en leche), de sus partos, edad y peso vivo, teniendo así tres vacas primíparas y tres multíparas en cada lote, pero asignadas al azar en cuanto al resto de parámetros.

Todas las vacas han sido alimentadas, en fresco y por día, con 12.5 Kg. de silo de maíz (5 Kg. MS), 2.5 Kg. de concentrado (2.25 Kg. MS) en el establo y por otro lado pasto ad libitum entre los ordeños, separados 12 h. entre sí, con la previsión de que consumieran unos 20 – 23 Kg. de materia fresca total; por la noche las vacas eran estabuladas.

En cuanto al pasto se han organizado tres periodos de manera que cada lote esté consumiendo un alimento diferente (raigras, trébol blanco o trébol violeta) en el mismo periodo y vayan cambiando de cultivo en cada periodo, como se puede ver con mayor claridad en la tabla 3.

Tabla 3. Distribución de lotes en función de periodo y alimentación.

Preexp. Comienza 2 abril	GRUPO A	GRUPO B	GRUPO C
9 abril – 29 abril	RG	TB	TV
30 abril - 20 mayo	TV	RG	TB
21 mayo - 8 junio	TB	TV	RG

Es decir, en el primer periodo (9 Abril – 29 Abril) el grupo A se alimentó en la pradera de raigras, el grupo B en la de trébol blanco y el grupo C en la de trébol violeta; en el segundo periodo (30 Abril – 20 Mayo), el grupo A consumió alimento en la pradera de trébol violeta, el B raigras, y el C trébol blanco; por último en el tercer periodo (21 Mayo – 8 Junio) el grupo A pastó trébol blanco, el B trébol violeta y el C raigras.

Se ha medido el peso y la producción de leche diaria de cada vaca y el LIGAL (Laboratorio Interprofesional Galego de Análise do Leite) se ha encargado de realizar un análisis físico-químico de la leche y de medir sus ácidos grasos periódicamente. Las vacas fueron pesadas dos días consecutivos al inicio de cada uno de los periodos.

2. Pastoreo

Para el pastoreo se disponía de tres parcelas con diferentes cultivos, como se puede apreciar en la figura 3, una de raigras inglés (RG) de unas 2 ha., otra de trébol violeta (TV) de 1 ha. aproximadamente, y otra de trébol blanco (TB) de 1 ha. también. Existe un banco de semillas previo al ensayo por lo que a veces aparecían malas hierbas; lo que resultaba deseable para el ensayo era una homogeneidad del producto cultivado.



Figura 3: Distribución de las parcelas donde ha sido realizado el ensayo. R: raigras inglés; B: trébol blanco; V: trébol violeta.

Para un mejor aprovechamiento del pasto y que éste no resultase muy dañado por el pisoteo, a su vez se ha dividido cada parcela en subparcelas (sistema denominado “strip grazing”), con la ayuda de dos hilos móviles electrificados que se cambiaban cada uno, dos o tres días (Imagen 10). El diseño de la zona de pastoreo en cada tratamiento fue realizado de forma que las vacas tuvieran siempre acceso a una zona arbolada donde los animales podían descansar a la sombra y disponían de agua fresca.



Imagen 10: Vaca en pastoreo en parcela con hilos móviles electrificados.

Se estima que el aprovechamiento de cada parcela fue de unos 8000 +/- 1500 Kg. de MS.

Sobre el pasto se realizaron mediciones antes (PRE) y después (POST), respectivamente, de ser pastado por las vacas.

El proceso empleado es el siguiente: en la subparcela delimitada por el par de hilos electrificados se escogieron cinco zonas representativas de la subparcela intentando elegir una zona de alta producción, otra de baja y las otras tres de producción intermedia. En cada una de estas cinco zonas se empleaba una vara de 2 m. dividida en 6 partes iguales, en cada una de las cuales se realizaba una medición de altura con una regla graduada, “sward stick”, en PRE y POST-pastoreo; y otra medición de densidad realizada con un equipo de medición conocido como grassmeter (Imagen 11) en PRE. En la etapa POST la medición de la altura se realizaba a unos 30 cm. separados en paralelo de la zona en PRE, ya que esa zona había sido cortada antes del pastoreo; esto sirve para hacer una estima de la ingestión o su contrario, el rechazo. Así en un día de medición se dispone de 5 zonas * 6 divisiones en la regla: 30 mediciones de altura por cada una de las tres parcelas (RG, TV, TB) en PRE y POST; y 30 mediciones de grassmeter por cada una de las tres parcelas en PRE. El proceso era repetido dos veces por semana a lo largo de los tres periodos que duró el ensayo en campo, cada periodo duró tres semanas.

Tanto la regla graduada como el grassmeter son métodos manuales no destructivos empleados para la medición de producción herbácea. Por lo general son satisfactorios

pero tienen el inconveniente de sufrir variaciones con respecto a diferentes observadores, y no existen muchas referencias bibliográficas para la representación de los diferentes métodos según las diferentes especies. La regla graduada se caracteriza por una relación positiva entre producción forrajera y medición de talla, sin comprimir el pasto, está provista de una pequeña ventana vertical o visor transparente que se desliza a lo largo de la regla y cuya base toca la vegetación para realizar la medida de la altura en ese punto, la dificultad de la medida de este aparato está asociada a la subjetividad a la hora de escoger que planta o parte de plantas medir. El grassmeter consiste en un plato ligero horizontal que se desliza a lo largo de un palo vertical graduado que lo atraviesa, así este aparato cuadrado estima la densidad de las especies forrajeras situadas debajo del plato, también tiene el inconveniente de que puede estar estimando la densidad de un área en la que hay plantas muertas o cayéndose que se encuentren en esa zona. (López Díaz y González Rodríguez, 2002), o a la irregularidad de la pradera por presencia de flora adventicia.



Imagen 11: Aparato de medida de altura de hierba (Grassmeter).
Fabricado por personal del CIAM.

Por otro lado se midió la masa de hierba gracias a una cortadora manual eléctrica, con la que se cortaban muestras de hierba a lo largo de la vara antes citada; por tanto si la anchura de la cortadora es de 16 cm. y la longitud de la regla es de 2 m., el área de corte será: $2 \text{ m} * 0.16 \text{ m} = 0.32 \text{ m}^2$. La muestra era cortada el mismo día que se realizaba la

medición, en PRE se recogían cinco muestras, una por cada vara, en cada una de las tres parcelas, y en POST se juntaba toda la muestra de una misma parcela; de este modo se obtienen en el total de las parcelas, 15 muestras de PRE y 3 muestras de POST. La diferencia de peso de PRE y POST puede dar una idea del rechazo en pasto por parte de la vaca.

A su vez, López Díaz y González Rodríguez (2002) afirman que este método (corte y recogida de muestras) puede ser caro, requiere de mucho tiempo y necesita de numerosas muestras para tener resultados precisos.

La justificación del empleo de esta técnica se debe a la utilidad de la altura del pasto como criterio objetivo de manejo, dado que como indican Lowman y Swift (1984) la altura de la hierba en una pradera dada está relacionada con:

- La superficie foliar disponible para captar la radiación solar, y por lo tanto la velocidad de crecimiento del pasto.
- La proporción de hojas que envejecen y mueren sin ser utilizadas.
- La cantidad total de pasto en oferta, o masa de hierba disponible.
- La cantidad de hierba que puede ser consumida por los animales y, por lo tanto, la productividad animal en pastoreo.

3. Análisis en laboratorio



Imagen 12: Muestras de cortes de hierba en fresco.

Después de la recogida de las muestras, en el laboratorio se realizaba un análisis florístico: como se puede apreciar en la Imagen 12, cada una de las muestras recogidas en PRE era dividida en tres fracciones: una de gramínea, otra de leguminosa y otra de malas hierbas denominada “otros”, así al pesar cada una de las fracciones se puede estimar la proporción de cada una y realizar posteriores análisis de “leguminosa” y “gramínea”; en POST no se separaban las fracciones.

El siguiente proceso era el análisis de materia seca por vía húmeda, para ello se introducía cada muestra en una estufa (Imagen 13) a 80° C durante 16 – 18 h, y luego se procedía a su pesado, determinando el contenido de materia seca por gravimetría. Restando el peso en fresco del peso en seco se calculó el porcentaje de materia seca de cada fracción.



Imagen 13: Muestras de los cortes de hierba en fresco en la estufa de desecación.

Una vez que las muestras estaban secas se molieron a 1 mm en el molino de la imagen 14, para un posterior análisis en NIRS (Espectroscopia de Reflectancia en el Infrarrojo Cercano). El espectrofotómetro utilizado ha sido el NIRSystem 6500 (Foss NIRSystem, Silver Spring, Washington, USA) mediante WinISI Software. v. 1.5 (InfraSoft International, Port Matilda, PA, USA).

En el análisis de composición por infrarrojo cercano (NIRS) (Imagen 15), se determinó su composición química: proteína bruta (PB), fibra neutro detergente (NDF), fibra ácido detergente (ADF), carbohidratos no estructurales (CNET), carbohidratos solubles en agua (CSA) y digestibilidad de la materia orgánica in vitro (IVOMD). Para la

determinación por espectroscopía de muestra se utilizan las ecuaciones de calibración para forrajes pratenses de gramíneas y leguminosas calculada por Castro et al. (2005).



Imagen 14: Introducción de la muestra seca en el molino.



Imagen 15: Muestra de forraje seca y molida a punto de ser analizada por espectroscopía de infrarrojo cercano (NIRS).

4. Degradabilidad

Otro análisis realizado en este ensayo fue la degradabilidad de cada una de las tres especies forrajeras en el rumen de tres vacas fistuladas de raza Frisona y en período seco, del rebaño experimental del CIAM.

El proceso consistió en volver a coger muestras de forraje de cada una de las parcelas del ensayo, para posteriormente volver a separar las fracciones, esta vez sólo interesaba la fracción de lo cultivado en cada parcela, es decir la fracción de gramínea en la parcela de raigras, y la de leguminosa en las otras dos parcelas, el resto era eliminado; una vez secadas en la estufa a unos 40°C y a 48 h se procedió a la molienda a 3 mm. La muestra molida se separó en bolsas de Nylon (ANKOM®, tamaño de poro 50 +/- 15 µm) material no degradable, en fracciones de unos 5 gramos (Imagen 16).



Imagen 16: Pesado de bolsas de nylon introducidas en el rumen vacuno.

Código: TV: trébol violeta, 1: primera semana, Y: denominación de la vaca, 00: horas que pasa la muestra dentro del rumen (en este caso control).

Estas bolsas fueron introducidas todas juntas, a excepción de la bolsa control, en el orificio que conduce al rumen de las vacas citadas (Imagen 17) y se extraían a diferentes horas: 0 h. (control), 4, 8, 16, 24, 48, 72 y 96 horas, para ver el grado de degradabilidad a lo largo del tiempo. Este proceso se repitió en dos semanas consecutivas.



Imagen 17: Orificio de entrada al rumen.

Tras extraer las bolsas (Imagen 18), éstas fueron congeladas para detener el proceso de degradabilidad, luego se lavaron en la lavadora para eliminar restos y partículas sueltas. En la estufa se secaron a 80 °C durante 16 h., se pasaron a un desecador y se pesaron para calcular su porcentaje de degradabilidad. Finalmente las muestras fueron analizadas en el NIRS.

En esta fase se quería determinar: MO, N y FND de las muestras incubadas en el rumen y de sus correspondientes residuos de incubación, pero debido a la falta de tiempo los datos de este experimento no llegaron a representarse en la presente tesis.

La alimentación de los animales, estabulados en la unidad de valor nutritivo del CIAM, estaba a un nivel próximo a mantenimiento con una dieta compuesta por heno de buena calidad, una mezcla de ensilado de pradera de gramínea-trébol y ensilado de maíz y concentrado del 25% PB a base de pulpa de remolacha, harina de maíz, glúten y harina de soja, siendo la proporción forraje: concentrado de 2:1. La comida se ofrecía dos veces al día, a las 10 y 18 h. La disposición de las bolsas y el procesado de las mismas hasta el análisis se ajusta a lo descrito por Flores et al., 2001.



Imagen 18: Extracción de bolsas del rumen.

5. Producción y composición lechera

La producción de leche de cada vaca fue registrada diariamente a lo largo de todo el ensayo. En la última semana de cada período se tomaron muestras individuales de leche de cada vaca durante tres días en seis ordeños consecutivos de mañana y tarde.

Las muestras de cada vaca fueron analizadas para composición físico-química en el Laboratorio Interprofesional Gallego de Análisis de Leche (LIGAL), el análisis de grasa, proteína y lactosa fue realizado mediante Milkoscan FT6000 (Foss Electric, Hillerød, Denmark).

6. Análisis estadístico

Se ha diseñado un cuadrado latino con 3 tratamientos (RG, TB y TV), por 3 periodos y por tres semanas de duración de cada periodo.

El paquete estadístico utilizado fue el SAS (SAS Institute, 2000). Las especies forrajeras (SP) son consideradas factor fijo, mientras que el animal (repetición) y el periodo se consideran factores aleatorios. Los procedimientos utilizados en el análisis han sido PROC, GLM y PROC MIXED de SAS.

En relación al número de observaciones que se obtendrán por tratamiento (16) en el ensayo de pastoreo, se señala que es superior al tamaño de muestra utilizado en estudios que evalúan el efecto de la dieta en la composición de AG de la leche, donde es habitual utilizar únicamente 4 o 5 vacas (en este caso se han utilizado 6 vacas por tratamiento) en diseños en cuadrado latino (Palmquist y Griinari, 2006; Vanhatalo et al., 2007), y está dentro del rango habitualmente utilizado por los ensayos de este tipo (Dewhurst et al., 2003; Moorby et al., 2009).

OBJETIVOS

El objetivo de esta Tesis de Máster ha sido desarrollar un proyecto de investigación sobre la obtención de leche de vacuno enriquecido de forma natural en moléculas cardiosaludables (tipo omega-3 y CLA) mediante la alimentación con pastos que incluyan leguminosas forrajeras, en fresco (pastoreo) y/o gramíneas.

En este proyecto participan Instituto Galego de Calidade Alimentaria (INGACAL), el Centro de Investigacións Agrarias de Mabegondo (CIAM) y la empresa LEYMA Central Lechera S. A., quien comercializa la línea LEYMA NATURA de leche pasteurizada y UHT producida por ganaderos que siguen sistemas "menos intensivos".

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Disponibilidad del pasto

Se midió la altura del pasto en las tres parcelas de cada tratamiento (TB, TV, RG), a lo largo de las tres semanas de cada uno de los tres períodos que duró el ensayo. En la tabla 4 se representa la altura del pasto, medido tanto por el método del grassmeter como por el de la regla y la cantidad de pasto de cada una de las tres parcelas y sus medias, tanto en PRE como en POST-pastoreo, es decir, antes y después de pastar las vacas en ese terreno. En PRE, se presenta el dato del pasto en oferta tanto de la mezcla, incluidas las especies adventicias (mix), como sólo de cada fracción: gramíneas y leguminosas, que es lo realmente interesante en este ensayo para la alimentación de las vacas. En POST sólo se considera el dato de la mezcla. En ocasiones, cuando el pasto de interés (gramínea + leguminosa) no es suficiente, las vacas pueden consumir determinadas especies de malas hierbas como puede suceder en el caso del llantén (*Plantago lanceolata L.*) o incluso hojas de labaza (*Rumex sp.*), la cual se dice que combate el timpanismo, esto último, aunque ligeramente, podría repercutir en los resultados. En la tabla 4 se representa una estimación de la disponibilidad de pasto y el rechazo de la vacas sobre éste.

Tabla 4: Representación de la disponibilidad y rechazo del pasto por parte de las vacas en cada una de las tres parcelas.

	RAIGRÁS INGLÉS	TRÉBOL BLANCO	TRÉBOL VIOLETA	MEDIA GENERAL
Nº observaciones	16	16	16	48
A la entrada de las parcelas (Prepasto)				
Altura Grassmeter, cm	23,4	18,1	15,5	19,0
Altura regla HFRO, cm	42,4	25,4	24,9	30,9
Pasto en oferta (mix), kg MS/ha	2746	2314	2121	2394
Pasto en oferta al inicio del pastoreo (gramíneas+leguminosas), kg MS/ha	2212	1625	1289	1709
A la salida de las parcelas (Postpasto)				
Altura Grassmeter, cm	18,0	15,5	16,0	16,5
Altura regla HFRO, cm	22,6	11,6	14,8	16,3
Pasto residual (mix), kg MS/ha	1327	1071	1296	1231
Pasto disponible y estimación de ingestión de pasto				
Pasto disponible (kg MS/vaca y día)	29,6	16,5	16,5	20,9
Ingestión de pasto (kg MS/vaca y día)	17,2	12,7	10,6	13,5
Eficiencia de utilización (%)	58,2	77,2	64,2	66,5

El pasto en PRE y en POST y sus comparaciones son buenos indicadores de la disponibilidad, aceptabilidad y calidad del pasto.

Una DDH (disponibilidad diaria de hierba) muy baja, se corresponde con una menor ingestión, así como una DDH muy elevada puede provocar un pastoreo muy selectivo y sobrepastoreo; en ambos casos se produce un bajo consumo y un aumento del área desaprovechada, esto incluso puede hacer variar la calidad del pasto (Roca-Fernández et al., 2011).

Cabría esperar que la altura del pasto y consecuentemente la oferta de pasto siempre sea superior en PRE que en POST, y es así a excepción del caso del trébol violeta medido con grassmeter; según López Díaz y González Rodríguez (2002), esto puede ser debido a errores humanos, por la subjetividad de elección de la zona específica a medir en cada ocasión, también cabe señalar que el trébol violeta fue la especie que más tardó en crecer y rebrotar.

En la tabla 5 se representa la misma información, pero desglosada en cada uno de los tres períodos, con lo que se puede observar el crecimiento de los cultivos a lo largo del tiempo. El crecimiento del pasto dependía de la disponibilidad de pasto que tenían las vacas, es decir, en función de la anchura delimitada por los hilos electrificados, por ello, una mala colocación de estos podía provocar tanto un exceso de pasto residual como una limitación para la alimentación del ganado. Por ello se da esa variabilidad en las tres parcelas, en cuanto a la altura y disponibilidad del pasto en cada uno de los períodos.

En cuanto al crecimiento, en la tabla 5, se ve claramente que la parcela de raigrás era la que tenía un mayor crecimiento del pasto, ya que la altura medida tanto por grassmeter como por la regla graduada siempre era mayor en la parcela de raigrás tanto en PRE como en POST, aunque no sea la parcela con mayor pasto residual. Esto indica que en esta parcela no había un buen aprovechamiento, ya que como indica Lazzarini (2010), el mayor índice de crecimiento no indica necesariamente que sea mejor, ya que según un excesivo índice de pasto en oferta provoca una mayor altura del pasto residual y una menor utilización de éste: pérdida de calidad del pasto; de ahí que no sea el RG el que tenga una mayor eficiencia de utilización y sí lo sea el TB; por otro lado tampoco interesa un pasto muy bajo en PRE, ya que se restringe la ingestión, como sucede en el caso de la parcela de TV.

También puede extrañar que exista tanta diferencia si el aparato de medición utilizado era la regla graduada o el grassmeter, esto lo explica la abundancia de especies adventicias (en el caso de la pradera de trébol violeta estaba bastante infestada de llantén); con la regla se tomaban las medidas de la altura de los tréboles escogidos, en cambio el grassmeter hace una estimación de la altura de todo lo que quede debajo de

él, sea leguminosa, gramínea o mala hierba. La subjetividad en este caso hace que la medida con la regla tienda a ser de uno de los tréboles más altos que están sobre la zona delimitada para la medición. Esto también explica que la medición con regla en PRE sea siempre más elevada que si la medición era realizada con grassmeter. En POST, en los casos en que esto no es así es debido a la poca disponibilidad previa de pasto.

Tabla 5: Representación de la disponibilidad y rechazo del pasto por parte de las vacas en cada una de las tres parcelas desglosado en cada período.

	RAIGRÁS INGLÉS				TRÉBOL BLANCO				TRÉBOL VIOLETA			
	Periodo 1	Periodo 2	Periodo 3	Media	Periodo 1	Periodo 2	Periodo 3	Media	Periodo 1	Periodo 2	Periodo 3	Media
Nº observaciones	4	6	6	16	4	6	6	16	4	6	6	16
A la entrada de las parcelas (Prepasto)												
Altura Grassmeter, cm	23,4	26,0	20,9	23,4	17,1	17,4	19,4	18,1	13,0	14,5	18,0	15,5
Altura regla HFRO, cm	37,7	43,3	44,7	42,4	24,5	24,7	26,6	25,4	21,3	24,0	28,3	24,9
Pasto en oferta (mix), kg MS/ha	31,96	24,35	27,56	27,46	25,35	19,06	25,75	23,14	19,72	16,40	27,03	21,21
Pasto en oferta al inicio del pastoreo (gramíneas+leguminosas), kg MS/ha	25,18	19,55	22,65	22,12	19,29	10,42	20,06	16,25	13,27	9,39	16,12	12,89
Composición botánica (en % MS)												
Leguminosa	13,51	17,01	21,94	17,98	12,00	16,60	16,71	15,49	14,63	14,99	17,98	16,02
Gramínea	18,23	23,73	24,46	22,63	12,05	11,00	11,90	11,60	12,58	14,35	16,64	14,77
Otras	12,77	10,84	16,03	13,27	11,09	7,28	13,88	10,71	9,61	8,39	19,77	12,96
A la salida de las parcelas (Postpasto)												
Altura Grassmeter, cm	20,88	28,09	38,41	29,61	16,98	10,90	22,70	16,46	20,76	14,11	16,95	16,55
Altura regla HFRO, cm	15,20	19,11	16,63	17,24	12,58	11,62	14,08	12,70	13,69	11,70	7,50	10,63
Pasto residual (mix), kg MS/ha	72,78	68,04	43,30	58,23	74,08	106,61	62,02	77,15	65,94	82,92	44,28	64,22

2. Composición botánica

En las tres parcelas, aunque fuese uno sólo el cultivo deseado, se encontraron las tres fracciones (gramíneas/leguminosas/otras) en cada uno de ellas. En la tabla 6 se presenta la composición botánica de cada parcela.

Tabla 6: Composición botánica de cada una de las parcelas.

	RAIGRÁS INGLÉS	TRÉBOL BLANCO	TRÉBOL VIOLETA	MEDIA GENERAL
Nº observaciones	16	16	16	48
Composición botánica (en % MS)				
Leguminosa	2,2	52,2	58,9	37,8
Gramínea	78,6	17,8	2,2	32,9
Otras	19,2	30,0	38,9	29,4

De los resultados de la tabla 6 se deduce que la parcela más libre de malas hierbas y/o de especies no cultivadas es la de raigras inglés, en el caso del trébol violeta apenas está infestado de gramíneas pero sí tenía una gran cantidad de llantén (*Plantago lanceolata* L.); en la parcela de trébol blanco, la mala hierba más presente era la labaza (*Rumex sp.*). En la media general se observa que existe una gran cantidad de malas hierbas y también de especies no deseadas en cada una de las parcelas, esto aunque mínimamente, ya que las vacas no suelen proveerse de las malas hierbas para su alimentación, podría interferir en los resultados del presente estudio.

3. Composición química

En la tabla 7 se recoge la composición química de cada una de las praderas, por un lado representado en el conjunto de lo ingerido (gramínea + leguminosa), sea la parcela que sea, y por otro lado desglosado en cada una de las tres fracciones (gramínea, leguminosa, otras).

El porcentaje de **materia seca** es un indicador de la calidad del pasto, cuanto más bajo sea éste, menor será la capacidad de ingestión, ya que el agua reduce la palatabilidad y produce el llenado de la panza. Si se observa la media general, se ve que la fracción de sólo gramínea es la que tiene un mayor porcentaje de materia seca, por la misma razón (el mayor porcentaje de materia seca en gramíneas), en la composición química de la fracción gramíneas + leguminosas, de las tres parcelas, la que mayor porcentaje de materia seca tiene, es la de RG ya que es la que más cantidad de gramíneas tiene. No sucede lo mismo en la fracción de sólo gramínea, en este caso son las parcelas de leguminosas las que tiene una gramínea con más materia seca, esto puede ser debido a

que la leguminosa se aproveche más de los recursos hídricos, la fracción de sólo leguminosa nos da la razón para este argumento.

Tabla 7: Composición química de cada una de las parcelas.

	RAIGRÁS INGLÉS	TRÉBOL BLANCO	TRÉBOL VIOLETA	MEDIA GENERAL
Nº observaciones	16	16	16	48
Materia seca y composición química del pasto (gramíneas+leguminosas)				
Materia seca (%)	17,0	14,3	14,6	15,3
Materia Orgánica (% MS)	91,0	88,7	88,7	89,5
Proteína bruta (% MS)	11,6	19,7	22,3	17,9
Fibra ácido detergente (% MS)	29,4	26,9	25,9	27,4
Fibra neutro detergente (% MS)	53,3	38,8	36,4	42,8
Carbohidratos solubles en agua (% MS)	19,1	10,2	8,8	12,7
Carbohidratos no estructurales totales (% MS)	20,6	11,7	11,2	14,5
Digestibilidad de la materia orgánica in vitro (%)	69,9	72,9	73,8	72,2
Materia seca y composición química del pasto (gramíneas)				
Materia seca (%)	18,2	20,7	24,9	21,3
Materia Orgánica (% MS)	91,1	90,0	90,3	90,5
Proteína bruta (% MS)	11,3	15,6	13,8	13,6
Fibra ácido detergente (% MS)	29,4	29,3	30,8	29,8
Fibra neutro detergente (% MS)	53,8	56,0	57,9	55,9
Carbohidratos solubles en agua (% MS)	19,4	12,4	12,6	14,8
Carbohidratos no estructurales totales (% MS)	20,9	14,1	13,6	16,2
Digestibilidad de la materia orgánica in vitro (%)	69,9	66,1	64,5	66,8
Materia seca y composición química del pasto (leguminosas)				
Materia seca (%)	25,2	14,2	15,6	18,3
Materia Orgánica (% MS)	88,6	88,2	88,8	88,5
Proteína bruta (% MS)	21,2	21,0	22,6	21,6
Fibra ácido detergente (% MS)	26,6	26,1	25,8	26,2
Fibra neutro detergente (% MS)	35,0	32,9	35,7	34,5
Carbohidratos solubles en agua (% MS)	9,2	9,5	8,7	9,2
Carbohidratos no estructurales totales (% MS)	10,5	10,9	11,2	10,9
Digestibilidad de la materia orgánica in vitro (%)	73,9	75,3	74,2	74,5
Materia seca y composición química del pasto residual				
Materia seca (%)	18,0	15,5	16,0	16,5
Materia Orgánica (% MS)	90,9	89,0	90,0	90,0
Proteína bruta (% MS)	10,5	14,9	14,2	13,2
Fibra ácido detergente (% MS)	31,9	32,0	31,4	31,8
Fibra neutro detergente (% MS)	51,3	44,0	41,0	45,4
Carbohidratos solubles en agua (% MS)	18,0	11,0	13,2	14,1
Carbohidratos no estructurales totales (% MS)	19,3	11,7	13,6	14,9
Digestibilidad de la materia orgánica in vitro (%)	69,3	68,3	70,8	69,5

Lazzarini (2010) recalca la importancia de la **proteína y carbohidratos** por ser los principales nutrientes necesarios en las dietas de los rumiantes, ya que influyen sobre producción y composición de leche. Los carbohidratos proporcionan energía y las proteínas son fuente de N, su eficiencia de utilización influye sobre el medio ambiente. En la tabla 7 se puede apreciar que las leguminosas son las que más proteína presentan; mientras que su contenido en carbohidratos es menor respecto a las gramíneas. Estos resultados eran esperables para la proteína, no siendo así para el caso de los carbohidratos.

Para una mejor comparación de las tablas anteriores, se han elaborado las tablas 8 y 9, en donde se presentan todos los datos antes citados, separados según el tratamiento en la tabla 8 (RG, TV, TB), y por tratamiento y período en la tabla 9.

Tabla 8: Disponibilidad, rechazo, composición botánica y composición química del pasto según los tres tratamientos.

	RAIGRÁS INGLÉS	TREVO BRANCO	TREVO VIOLETA	MEDIA XERAL
Nº observacións	16	16	16	48
A la entrada de las parcelas (Prepaso)				
Altura Grassmeter, cm	23,4	18,1	15,5	19,0
Altura regra HFRO, cm	42,4	25,4	24,9	30,9
Pasto en oferta (mix), kg MS/ha	2746	2314	2121	2394
Pasto en oferta ao inicio do pastoreo (gramíneas+leguminosas), kg MS	2212	1625	1289	1709
Composición botánica (en % MS)				
Leguminosa	2,2	52,2	58,9	37,8
Gramínea	78,6	17,8	2,2	32,9
Outras	19,2	30,0	38,9	29,4
A la salida de las parcelas (Postpaso)				
Altura Grassmeter, cm	18,0	15,5	16,0	16,5
Altura regra HFRO, cm	22,6	11,6	14,8	16,3
Pasto residual (mix), kg MS/ha	1327	1071	1296	1231
Pasto disponible e estimación de ingestión de pasto				
Pasto disponible (kg MS/vaca e día)	29,6	16,5	16,5	20,9
Ingestión de pasto (kg MS/vaca e día)	17,2	12,7	10,6	13,5
Eficiencia de utilización (%)	58,2	77,2	64,2	66,5
Materia seca e composición química do pasto (gramíneas+leguminosas)				
Materia seca (%)	17,0	14,3	14,6	15,3
Materia Orgánica (% MS)	91,0	88,7	88,7	89,5
Proteína bruta (% MS)	11,6	19,7	22,3	17,9
Fibra ácido deterxente (% MS)	29,4	26,9	25,9	27,4
Fibra neutro deterxente (% MS)	53,3	38,8	36,4	42,8
Carbohidratos solúbeis en auga (% MS)	19,1	10,2	8,8	12,7
Carbohidratos non estruturais totais (% MS)	20,6	11,7	11,2	14,5
Dixestibilidade da materia orgánica in vitro (%)	69,9	72,9	73,8	72,2
Materia seca e composición química do pasto (gramíneas)				
Materia seca (%)	18,2	20,7	24,9	21,3
Materia Orgánica (% MS)	91,1	90,0	90,3	90,5
Proteína bruta (% MS)	11,3	15,6	13,8	13,6
Fibra ácido deterxente (% MS)	29,4	29,3	30,8	29,8
Fibra neutro deterxente (% MS)	53,8	56,0	57,9	55,9
Carbohidratos solúbeis en auga (% MS)	19,4	12,4	12,6	14,8
Carbohidratos non estruturais totais (% MS)	20,9	14,1	13,6	16,2
Dixestibilidade da materia orgánica in vitro (%)	69,9	66,1	64,5	66,8
Materia seca e composición química do pasto (leguminosas)				
Materia seca (%)	25,2	14,2	15,6	18,3
Materia Orgánica (% MS)	88,6	88,2	88,8	88,5
Proteína bruta (% MS)	21,2	21,0	22,6	21,6
Fibra ácido deterxente (% MS)	26,6	26,1	25,8	26,2
Fibra neutro deterxente (% MS)	35,0	32,9	35,7	34,5
Carbohidratos solúbeis en auga (% MS)	9,2	9,5	8,7	9,2
Carbohidratos non estruturais totais (% MS)	10,5	10,9	11,2	10,9
Dixestibilidade da materia orgánica in vitro (%)	73,9	75,3	74,2	74,5
Materia seca e composición química do pasto residual				
Materia seca (%)	18,0	15,5	16,0	16,5
Materia Orgánica (% MS)	90,9	89,0	90,0	90,0
Proteína bruta (% MS)	10,5	14,9	14,2	13,2
Fibra ácido deterxente (% MS)	31,9	32,0	31,4	31,8
Fibra neutro deterxente (% MS)	51,3	44,0	41,0	45,4
Carbohidratos solúbeis en auga (% MS)	18,0	11,0	13,2	14,1
Carbohidratos non estruturais totais (% MS)	19,3	11,7	13,6	14,9
Dixestibilidade da materia orgánica in vitro (%)	69,3	68,3	70,8	69,5

Tabla 9: Disponibilidad, rechazo, composición botánica y composición química del pasto, según los tres tratamientos y el período.

	RAIGRÁS INGLÉS				TRÉBOL BLANCO				TRÉBOL VIOLETA			
	Periodo 1	Periodo 2	Periodo 3	Media	Periodo 1	Periodo 2	Periodo 3	Media	Periodo 1	Periodo 2	Periodo 3	Media
Nº observaciones	4	6	6	16	4	6	6	16	4	6	6	16
A la entrada de las parcelas (Prepasto)												
Altura Grassmeter, cm	23,4	26,0	20,9	23,4	17,1	17,4	19,4	18,1	13,0	14,5	18,0	15,5
Altura regla HFRO, cm	37,7	43,3	44,7	42,4	24,5	24,7	26,6	25,4	21,3	24,0	28,3	24,9
Pasto en oferta (mix), kg MS/ha	3196	2435	2756	2746	2535	1906	2575	2314	1972	1640	2703	2121
Pasto en oferta al inicio del pastoreo (gramíneas+leguminosas), kg MS/ha	2518	1955	2265	2212	1929	1042	2006	1625	1327	939	1612	1289
Composición botánica (en % MS)												
Leguminosa	4,8	1,3	1,5	2,2	56,2	42,7	59,0	52,2	66,6	55,2	57,4	58,9
Gramínea	72,6	80,1	81,1	78,6	20,2	13,4	20,5	17,8	0,8	2,8	2,6	2,2
Otras	22,5	18,6	17,5	19,2	23,7	43,8	20,4	30,0	32,6	41,9	40,0	38,9
A la salida de las parcelas (Postpasto)												
Altura Grassmeter, cm	13,5	17,0	21,9	18,0	12,0	16,6	16,7	15,5	14,6	15,0	18,0	16,0
Altura regla HFRO, cm	18,2	23,7	24,5	22,6	12,1	11,0	11,9	11,6	12,6	14,4	16,6	14,8
Pasto residual (mix), kg MS/ha	1277	1084	1603	1327	1109	728	1388	1071	961	839	1977	1296
Pasto disponible y estimación de ingestión de pasto												
Pasto disponible (kg MS/vaca y día)	20,9	28,1	38,4	29,6	17,0	10,9	22,7	16,5	20,8	14,1	16,9	16,5
Ingestión de pasto (kg MS/vaca y día)	15,2	19,1	16,6	17,2	12,6	11,6	14,1	12,7	13,7	11,7	7,5	10,6
Eficiencia de utilización (%)	72,8	68,0	43,3	58,2	74,1	106,6	62,0	77,2	65,9	82,9	44,3	64,2
Materia seca y composición química del pasto (gramíneas+leguminosas)												
Materia seca (%)	15,1	15,1	20,1	17,0	12,6	14,4	15,5	14,3	13,7	14,4	15,5	14,6
Materia Orgánica (% MS)	90,5	90,6	91,9	91,0	88,8	88,6	88,7	88,7	88,1	88,4	89,4	88,7
Proteína bruta (% MS)	13,5	11,5	10,5	11,6	19,8	20,8	18,6	19,7	24,1	23,3	20,0	22,3
Fibra ácido detergente (% MS)	24,9	28,9	32,8	29,4	25,3	26,5	28,3	26,9	23,7	25,1	28,3	25,9
Fibra neutro detergente (% MS)	46,5	51,8	59,4	53,3	36,8	38,1	40,7	38,8	33,0	35,7	39,3	36,4
Carbohidratos solubles en agua (% MS)	21,6	19,4	17,1	19,1	11,3	9,2	10,5	10,2	8,7	8,0	9,8	8,8
Carbohidratos no estructurales totales (% MS)	23,0	20,8	18,7	20,6	12,9	10,4	12,1	11,7	10,7	10,4	12,4	11,2
Digestibilidad de la materia orgánica in vitro (%)	74,4	70,8	66,0	69,9	74,6	72,8	72,0	72,9	75,1	74,2	72,5	73,8
Materia seca y composición química del pasto (gramíneas)												
Materia seca (%)	16,3	16,2	21,5	18,2	17,0	23,0	20,8	20,7	27,5	27,4	21,2	24,9
Materia Orgánica (% MS)	90,5	90,6	92,0	91,1	90,1	89,9	90,2	90,0	89,8	89,5	91,1	90,3
Proteína bruta (% MS)	13,0	11,3	10,3	11,3	14,7	16,0	15,9	15,6	14,5	15,6	11,8	13,8
Fibra ácido detergente (% MS)	24,9	29,0	32,9	29,4	28,2	28,6	30,6	29,3	32,0	29,0	32,4	30,8
Fibra neutro detergente (% MS)	47,2	52,1	59,8	53,8	54,2	55,8	57,2	56,0	59,8	55,9	59,6	57,9
Carbohidratos solubles en agua (% MS)	22,4	19,6	17,3	19,4	13,3	11,4	12,8	12,4	8,5	11,4	14,5	12,6
Carbohidratos no estructurales totales (% MS)	23,8	21,0	18,9	20,9	15,5	13,1	14,1	14,1	10,6	12,4	15,3	13,6
Digestibilidad de la materia orgánica in vitro (%)	74,5	70,7	65,9	69,9	67,2	65,5	66,0	66,1	63,4	64,9	64,2	64,5
Materia seca y composición química del pasto (leguminosas)												
Materia seca (%)	54,9	15,7	16,7	25,2	12,5	14,2	15,3	14,2	14,4	15,3	16,5	15,6
Materia Orgánica (% MS)	89,0	88,2	88,5	88,6	88,4	88,1	88,2	88,2	88,8	88,4	89,3	88,8
Proteína bruta (% MS)	21,3	22,4	19,9	21,2	21,5	22,2	19,6	21,0	24,3	23,7	20,4	22,6
Fibra ácido detergente (% MS)	24,6	26,2	28,6	26,6	24,4	25,7	27,6	26,1	23,8	24,9	28,1	25,8
Fibra neutro detergente (% MS)	33,0	34,3	37,2	35,0	30,5	32,4	35,0	32,9	33,1	34,8	38,3	35,7
Carbohidratos solubles en agua (% MS)	9,5	8,7	9,4	9,2	10,6	8,8	9,6	9,5	8,7	7,9	9,6	8,7
Carbohidratos no estructurales totales (% MS)	11,1	9,8	10,8	10,5	11,9	9,8	11,4	10,9	10,7	10,4	12,3	11,2
Digestibilidad de la materia orgánica in vitro (%)	74,6	74,3	72,8	73,9	77,1	75,3	74,0	75,3	75,7	74,6	72,9	74,2
Materia seca y composición química del pasto residual												
Materia seca (%)	13,5	17,0	21,9	18,0	12,0	16,6	16,7	15,5	14,6	15,0	18,0	16,0
Materia Orgánica (% MS)	89,9	91,2	91,2	90,9	88,7	89,4	88,7	89,0	89,2	89,3	91,3	90,0
Proteína bruta (% MS)	12,6	10,2	9,3	10,5	16,3	14,1	14,7	14,9	17,5	14,4	11,7	14,2
Fibra ácido detergente (% MS)	27,1	31,1	35,8	31,9	28,8	32,0	34,2	32,0	25,5	30,1	36,7	31,4
Fibra neutro detergente (% MS)	42,9	51,3	56,8	51,3	40,1	43,2	47,3	44,0	34,1	39,0	47,7	41,0
Carbohidratos solubles en agua (% MS)	19,4	19,7	15,4	18,0	11,4	11,7	9,9	11,0	14,7	14,3	11,1	13,2
Carbohidratos no estructurales totales (% MS)	20,3	20,5	17,6	19,3	12,1	11,7	11,3	11,7	14,8	13,7	12,8	13,6
Digestibilidad de la materia orgánica in vitro (%)	74,5	69,6	65,4	69,3	70,7	68,1	67,0	68,3	75,6	72,2	66,1	70,8

4. Producción lechera

La producción de leche de cada vaca fue registrada diariamente a lo largo de todo el ensayo. El Laboratorio Interprofesional Gallego de Análisis de Leche (LIGAL) tomó muestras individuales de leche de cada vaca, en la última semana de cada período durante tres días en seis ordeños consecutivos de mañana y tarde, para analizar su composición fisicoquímica: análisis de grasa, proteína y lactosa mediante Milkoscan (FT6000, Foss Electric, Hillerød, Denmark).

En la tabla 10 están recogidos los datos de producción y composición físico-química de la leche de las vacas del ensayo con respecto a cada uno de los tratamientos (RG, TB, TV), a su vez se han desglosado los datos según el tipo de parto (primípara o multípara) y la media de las dos.

En él se observa, como es lógico, que la **producción** de las vacas siempre es superior que el de las novillas o primiparas, por otro lado la producción de leche (sea estándar o corregida por grasa o proteína) siempre es superior en el caso de las vacas alimentadas con leguminosas. Esto reafirma la teoría de Dewhurst et al. (2009) y Steinshamn (2010) sobre el aumento de producción lechera por parte de las leguminosas, que puede ser debido a su fácil ingestión. A su vez si se diferencia la producción de vacas y novillas, se demuestra que las vacas TV son las más productivas, sin embargo en cuanto a novillas son las TB las de mayor producción lechera.

Steinshamn (2010) indica que el trébol blanco en particular aumenta la producción y el **nivel proteico**, por lo que vemos en la tabla 10, los niveles proteicos apenas varían según el tratamiento, sí varía con respecto a la edad del animal. Por otro lado, con estos datos se demuestra que la leche de vaca alimentada con TV es ligeramente el más proteico, de acuerdo a la teoría de Lee et al. (2009).

La media de cantidad de **grasa** no difiere mucho de un tratamiento a otro, pero sí se notan diferencias en cuanto si el animal es multíparo (vacas) o primíparo (novillas), las vacas alimentadas con leguminosas en especial TV son las que presentan un mayor porcentaje de grasa en su leche mientras que las novillas de este grupo presentan menor cantidad respecto a los otros dos tratamientos. A su vez la leche de las novillas alimentadas en las praderas de raigrás resultaron aquellas que presentaba más grasa en la leche.

Tabla 10: Producción y composición físico-química de la leche de vacas y novillas según el tratamiento.

Resultados del ensayo de producción de leche en pastoreo A21P-2012. dieta: pasto a voluntad entre ordeños+ dieta unifeed en establo por la noche (15.5 kg silo maíz 39%MS + 0.5 kg paja + 2.5 kg pienso 18% PB)	Tratamientos (tipo de pasto)								
	Raigrás inglés			Trébol blanco			Trébol violeta		
	Vacas	Novillas	Vacas + Novillas	Vacas	Novillas	Vacas + Novillas	Vacas	Novillas	Vacas + Novillas
Producción de leche (PL, kg/día)									
PL no corregida	35,53	29,21	32,37	38,36	31,62	34,99	38,84	30,29	34,56
PLMG corregida al 3.5% de grasa	36,87	29,69	33,28	38,43	30,39	34,41	39,48	29,28	34,38
PL corregida al 3.5% de grasa y 3.5% de proteína	36,33	28,94	32,63	38,07	30,01	34,04	39,09	28,83	33,96
Composición fisicoquímica de la leche									
Materia grasa (%)	3,73	3,61	3,67	3,52	3,25	3,38	3,59	3,30	3,45
Materia proteica (%)	3,10	2,90	3,00	3,08	2,92	3,00	3,12	2,90	3,01
Lactosa (%)	4,79	4,84	4,82	4,77	4,83	4,80	4,76	4,83	4,79
Extracto seco magro (%)	8,66	8,53	8,59	8,59	8,47	8,53	8,62	8,50	8,56
Urea (mg/L)	127	140	133	202	200	201	226	227	227
Producción de grasa y proteína (kg/día)									
Materia grasa	1,33	1,05	1,19	1,35	1,03	1,19	1,40	1,00	1,20
Materia proteica	1,10	0,84	0,97	1,18	0,92	1,05	1,21	0,88	1,04
Extracto seco magro	3,08	2,49	2,78	3,29	2,68	2,98	3,34	2,57	2,96

El **perfil lipídico** es el tema más importante tratado en este ensayo. En la tabla 11 se observa que la leche contiene una mayor cantidad de ácidos grasos saturados que de ácidos grasos beneficiosos o insaturados, esto mismo lo afirma Toledano-Díaz (2001). Con respecto a cada tratamiento se observa que la leche de animales proveniente del tratamiento de raigrás inglés es la que mayor cantidad de ácidos grasos saturados tiene, sería pues éste el tratamiento menos beneficioso de los tres a este respecto.

Por otro lado en cuanto a los insaturados, el tratamiento con TB es el que menos cantidad de éstos presenta en la leche. A su vez se puede desglosar los insaturados en monoinsaturados y poliinsaturados, los MUFA(s) apenas varían de un tratamiento a otro, la media de TB es la que se ve más mermada, y en cuanto a los PUFA(s) el tratamiento TV es el que se ve más favorecido por éstos, si observamos el porcentaje de poliinsaturación, las diferencias son más perceptibles, se repite la superioridad de TV pero a su vez se ve una ligera mejora en TB con respecto a RG. Esto corrobora lo estudiado por Steinshamn (2010) y Lee et al. (2009) quienes observaron que la leche de animales alimentados con TV tenía una mayor cantidad de PUFA(s) en especial de C18. Con estos resultados se puede afirmar que las leguminosas producen un mejor perfil lipídico en la leche de vacuno que las gramíneas, destacando en especial el TV. También cabe señalar, como es sabido, que un exceso en la dieta de leguminosas puede provocar la presencia de un exceso de gases en el intestino o meteorismo, por lo que se debería buscar un equilibrio entre leguminosas y gramíneas para una óptima dieta.

Por otro lado si comparamos el perfil lipídico de vacas y novillas, se constata que la leche de novilla parece más saludable que la leche de vaca, ya que contiene menor cantidad de SFA (ácidos grasos saturados) y mayor cantidad de UFA (ácidos grasos insaturados).

Tabla 11: Perfil lipídico de la leche de vacas y primíparas según el tratamiento.

Resultados del ensayo de producción de leche en pastoreo A21P-2012. dieta: pasto a voluntad entre oedeños+ dieta unifeed en establo por la noche (15.5 kg silo maíz 39%MS + 0.5 kg paja + 2.5 kg pienso 18% PB)	Tratamientos (tipo de pasto)								
	Raigrás inglés			Trébol blanco			Trébol violeta		
	Vacas	Novillas	Vacas + Novillas	Vacas	Novillas	Vacas + Novillas	Vacas	Novillas	Vacas + Novillas
Perfil graso de la leche (g/100 g leite) FT-MIR									
AG saturados	2,56	2,41	2,48	2,39	2,09	2,24	2,40	2,10	2,25
AG insaturados	1,07	1,10	1,09	1,03	1,05	1,04	1,07	1,09	1,08
AG monoinsaturados	0,86	0,89	0,88	0,85	0,87	0,86	0,87	0,89	0,88
AG poliinsaturados	0,14	0,14	0,14	0,14	0,15	0,14	0,16	0,15	0,15
Porcentaje de saturación	70,25	68,50	69,37	69,89	66,39	68,14	69,14	65,87	67,51
Porcentaje de poliinsaturación	3,95	4,08	4,02	4,20	4,64	4,42	4,56	4,70	4,63

CONCLUSIONES

Como conclusión se puede afirmar que la alimentación basada en leguminosas es la que favorece un perfil lipídico más saludable, es decir, la que mayor cantidad de ácidos grasos beneficiosos tiene. Por los resultados obtenidos en el análisis de cada especie se observa que las leguminosas también superan a las gramíneas en materia proteica, pero no ocurre así con los carbohidratos, como cabría esperar, lo que puede ser debido a la gran cantidad de malas hierbas en las parcelas, sobre todo en las de leguminosas.

En cuanto a la respuesta en la leche, las leguminosas producen más leche ya que son más digeribles y por ello las vacas tienen mayor capacidad de ingestión de leguminosas que de gramíneas. La leche de vaca alimentada con trébol violeta tiene un mayor nivel proteico y cantidad de grasa, aunque esto último cambia si el animal es primíparo; es el trébol violeta el que más cantidad de ácidos grasos poliinsaturados aporta a la leche, aunque también se debe recalcar la tendencia oxidativa de esos ácidos grasos.

Como **conclusión final**, a la hora de escoger una dieta basada en pastoreo para nuestras vacas de leche, podemos afirmar que las **leguminosas**, en especial el **trébol violeta**, son las que le van a otorgar un mejor perfil lipídico y mayor cantidad de producción lechera, pero debemos buscar una ración equilibrada con gramíneas para evitar el meteorismo o hinchado de la panza que producen las leguminosas, y aportar suplementos en el caso de que encontremos carencias en la dieta.

BIBLIOGRAFÍA

- BACH, A.; JUARISTI, J. L. (2008). Sistemas y prácticas de manejo en rebaños de vacuno lechero en España. XXIV Curso especialización FEDNA, Cap. 5: 59-66.
- BANDE-CASTRO, M. J.; DÍAZ-DÍAZ, N.; FERNÁNDEZ-PAZ, J.; PIÑEIRO, J. (2008). Introducción de guisante, veza y haboncillo forrajeros en la explotación ganadera gallega. 183-188. En: *Pastos, clave en la gestión de los territorios: Integrando disciplinas*. P. Fernández-Rebollo et al. (Eds). Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. Córdoba.
- BARBEYTO, F.; LÓPEZ-GARRIDO, C. (2010). Resultados do programa de xestión de vacún de leite en Galicia en 2008. Centro de Investigacións Agrarias de Mabegondo. Consellería do Medio Rural. Xunta de Galicia. Santiago de Compostela. Liña: Xestión e Asesoramiento técnico-económico de Explotacións Publicación: Xunta de Galicia. Consellería do Medio Rural.
- BARGO, F., MULLER, L. D., DELAHOY, J. E., CASSIDY, T. W. (2002). Milk response to concentrate supplementation of high producing dairy cows grazing at two pasture allowances. *Journal of Dairy Science*, 85:1777-1792.
- BOUFÄIED, H.; CHOUINARD, P. Y.; TREMBLAY, G. F.; PETIT, H. V.; MICHAUD, R.; BÉLANGER, G. (2003). Fatty acids in forages. I. Factors affecting concentrations. *Journal of Animal Science*, 83: 501-511.
- CABIDDU, A.; DECANDIA, M.; SALIS, L.; SCANU, G.; FIORI, M.; ADDIS, M.; SITZIA, M.; MOLLE, G. (2009). Effect of species, cultivar and phonological stage of different forage legumes on herbage fatty acid composition. *Italian Journal Animal Science*, 8: 277-279.
- CASTRO, P., FERNÁNDEZ-LORENZO, B., VALLADARES, J. (2005). Análisis de pastos mediante NIRS. En: *Producciones agroganaderas: Gestión eficiente y conservación del medio natural*, 1: 73-80. XLV Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos (SEEP). Gijón.
- CIAM (Centro de Investigacións Agrarias de Mabegondo). DÍAZ DÍAZ N.; PIÑEIRO ANDIÓN, J.; DÍAZ DÍAZ, M^a DOLORES. (2008). Valor Agronómico das Variedades Comerciais de Gramíneas e Leguminosas Pratenses. *Afriga*, 82: 24-36.

- COUVREUR, S.; HURTAUD, C.; LOPEZ, C.; DELABY, L.; PEYRAUD, J.L. (2006). The linear relationship between the proportion of fresh grass in the cow diet and milk fat characteristics and butter properties. *Journal of Dairy Science*, 89: 1956–1969.
- DEWHURST, R. J., SCOLLAN, N. D., LEE, M. R. F., OUGHAM, H. J., HUMPHREYS, M. O. (2003). Forage breeding and management to increase the beneficial fatty acid content of ruminant products. *Proceedings of the Nutrition Society*, 62: 329–336.
- DEWHURST, R. J.; SHINGFIELD, K. J.; LEE, M. R. F.; SCOLLAN, N. D. (2006). Increasing the concentrations of beneficial polyunsaturated fatty acids in milk produced by dairy cows in high-forage systems. *Canadian Journal of Animal Feed Science and Technology*, 131: 168-206.
- DEWHURST, R. J.; DELABY, L.; MOLONEY, A.; BOLAND, T.; LEWIS, E. (2009). Nutritive value of forage legumes used for grazing and silage. *Irish Journal of Agriculture and Food Research*, 48: 167-187.
- DHIMAN, T. R.; NAM, S.; URE, A. L. (2005). Factors affecting conjugated linoleic acid content in milk and meat. *Critical review in Food Science and Nutrition*, 45: 463-482.
- ELGERSMA, A; TAMMINGA, S.; ELLEN, G. (2006). Modifying milk composition through forage. *Science Direct*, 131: 207-225.
- EUROPEAN PARLIAMENT. (2010). Draft Report on the EU protein deficit: what solution for a long-standing problem? (2010/2111(INI)). PR\837708EN.doc. Committee on Agriculture and Rural Development.
- FERNÁNDEZ-LORENZO, B.; FLORES, G.; GONZÁLEZ-ARRÁEZ, A.; VALLADARES, J.; CASTRO, P. (2007). Comparación de las rotaciones forrajeras guisante-triticale/maíz y raigrás italiano/maíz. 223-230. En: *Los sistemas forrajeros: entre la producción y el paisaje*. XLVI Reunión Científica de la SEEP. Vitoria.
- FLORES, G.; CASTRO, J.; GONZALEZ-ARRAEZ, A; SÁNCHEZ, L.; AMIL, G.; CARDELLE, M. (2001). Efecto del método de preparación de las muestras de hierba verde y ensilada sobre las características de degradabilidad ruminal determinada por el método de las bolsas de nylon. XLI Reunión científica de la SEEP. I Foro Iberoamericano de Pastos. Alicante.
- FLORES, G.; GONZÁLEZ-ARRÁEZ, A; PIÑEIRO, J.; CASTRO, P.; DÍAZ-VILLAMIL, L.; VALLADARES, J. (2003a). Composición química y digestibilidad *in vitro* del guisante forrajero (*Pisum sativum L.*) y Triticale (*x Triticosecale Wittm.*) como

cultivos invernales en seis fechas de corte en primavera. En: *Pastos, Desarrollo y Conservación*. 261-267. Ed. A. Robles; M. E. Ramos; M. C. Morales; E. de Simón; J. L. González-Rebollar; J. Boza. Servicio de Publicaciones y Divulgación. Consejería de Agricultura. Junta de Andalucía.

FLORES, G.; AMOR, J.; RESCH, C. (2003b). Valor nutritivo del ensilaje de hierba en las explotaciones ganaderas gallegas, *Pastos*. 30: 149-191.

FLORES, G.; LÓPEZ-GARRIDO, C.; BECERRO, U.; RIBAS, A. (2003c). Concentração parcelária e estrutura das explorações leiteiras de Galiza. *Caderno da Área de Ciências Agrárias*. Seminario de Estudos Galegos, 16: 83-118.

FLORES, G.; RESCH, C.; FERNÁNDEZ-LORENZO, B.; GONZÁLEZ-ARRÁEZ, A.; VALLADARES, J.; DAGNAC, T.; LATORRE, A.; AGRUÑA, M. J.; PEREIRA, S.; DÍAZ, N. (2011). Efecto del tipo de pasto sobre el perfil de ácidos grasos de la leche de vacuno. *Alimentación y Nutrición animal*, 76: 36-41.

FRAME, J. (2004). Forage legumes for temperate grasslands. Ed. Science Publishers. New Hampshire. USA.

FRENCH, P.; SHALLOO, L. (2009). A new landscape for milk production-surviving. En: Moorepark '09 Irish Dairying. New thinking for challenging times. Ed. F. Buckley. Teagasc, FBD. Fermoy, Co Cork. Irlanda.

GIVENS, D. I.; SHINGFIELD, K. J. (2006). Optimising dairy milk fatty acid composition. 252-280. En: Improving the fat content of foods. Ed. Williams, C.; Buttriss, J. Woodhead Publishing in Food Science, Technology and Nutrition. Cambridge. UK.

GONZÁLEZ RODRÍGUEZ, A.; ROCA FERNÁNDEZ, A. I.; VÁZQUEZ YÁÑEZ, O. P.; FERNÁNDEZ CASADO, J. A. (2010). Efecto del pastoreo sobre la composición de leche en sistemas sostenibles de producción en Galicia. *Pastos: fuente natural de energía*. 425-430. Congreso SEEP y 4ª Reunión Ibérica de Pastos y Forrajes.

GRUMMER, R. R. (1991). Effect of feed on the composition of milk fat. *Journal of Dairy Science*, 74: 3244-3257.

HAUG, A.; HØSTMARK, A. T.; HARSTAD, O. M. (2007). Bovine milk in human nutrition (Review). *Lipids in health and disease*. *BioMed Central*, 6: 1-16.

KALÁČ, P.; SAMKOVÁ, E. (2010). The effects of feeding various forages on fatty acid composition of bovine milk fat: A review. *Czech Journal of Animal Science*, 55: 521-537.

- KOLVER, E. (2002). Nutrition guidelines for the high producing dairy cow. *Dairying Research Corporation*. 17-28.
- LARANJO, M.; ZEA, J.; DÍAZ, D. (1993). Utilización de la alfalfa en pastoreo para el engorde de terneros. En: *III Xornadas Pratenses: Intensificación da produción forraxeira*, 125-145. Servicio de Publicaciones. Diputación Provincial. Lugo.
- LAZZARINI, M. B. (2010). Milk production and nitrogen partitioning in dairy cows grazing standard and high sugar perennial ryegrass with and without white clover, during spring and autumn, 21-39.
- LEE, M. R. F.; THEOBALD, V. J.; TWEED, J. K. S.; WINTERS, L.; SCOLLAN, N. D. (2009). Effect of feeding fresh or conditioned red clover on milk fatty acids and nitrogen utilization in lactating dairy cows. *Journal Dairy Science*, 92: 1136-1147.
- LOCK, A. L.; BAUMAN, D. E. (2003). Dairy products and milk fatty acids as functional food components. *Cornell Nutrition Conference*, 159-173.
- LÓPEZ-DÍAZ, J. E.; GONZÁLEZ RODRÍGUEZ, A. (2002). Measuring grass yield by non-destructive methods: A review. Grazemore Project. Appendix IX. EU-Quality of Life and Management of Living Resources.
- LOWMAN, G. G.; SWIFT, G. (1984). Grass height-A guide to grassland management. East of Scotland College of Agriculture.
- MOORBY, J. M.; LEE, M. R. F.; DAVIES, D. R.; KIM, E. J.; NUTE, G. R.; ELLIS, R. M.; SCOLLAN, N. D. (2009). Assessment of dietary rations of red clover and grass silages on milk production and milk quality in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 92: 1148-1160.
- MOUROT, J.; MOUROT, B.; KERHOAS, N. (2009). Comment consommer avantage d'acides gras n-3 sans modifier nos pratiques alimentaires? *NAFAS*, 7: 3-11.
- PALMQUIST, D. L.; GRIINARI, J. M. (2006). Milk fatty acid composition in response to reciprocal combinations of sunflower and fish oils in the diet. *Animal Feed Science and Technology*, 131: 358-369.
- PATTERSON, D. C.; MORRISON S. (2006). The effect of the type of dietary supplement on the performance of the grazing dairy cow. *Agrisearch*, 10: 1-16.
- PEREIRA, S.; FLORES, G.; GONZÁLEZ-ARRÁEZ, A.; VALLADARES, J.; FERNÁNDEZ-LORENZO, B. (2009). Variación del valor nutritivo de variedades de guisante para forraje en función de la fecha de corte. En: *La multifuncionalidad de los pastos: producción ganadera sostenible y gestión de los ecosistemas*. 367-373. Ed. R.

Reiné, O. Barrantes, A. Broca, C. Ferrer. XLVIII Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos (SEEP). Huesca.

PÉREZ-RAMÍREZ, E.; DELAGARDE, R.; DELABY, L. (2005). Effects of grazing access time and silage supplementation on performance and feeding behaviour in grazing dairy cows. *Grassland Science in Europe*, 11: 47-49.

PIÑEIRO, J.; GONZÁLEZ, A. (1998). Grassland in Galicia. International FAO Meeting. 13-16 Octubre 1998, A Coruña. Seminar Notes, 1.0 REU Technical Series No.64. 3-16.

PIÑEIRO, J; DÍAZ, N.; DÍAZ, M. D.; CASTRO, J.; BARBEYTO, F. (2002a). Efecto de la siembra en superficie y del manejo en la presencia del trébol blanco en praderas. En: *Producción de pastos, forrajes y céspedes*, 283-288. Eds: C. CHOCARRO, F. SANTIVERI, R. FANLO, J. LLOVERAS. Sociedad Española para el Estudio de los Pastos. Madrid.

PIÑEIRO, J; DÍAZ, N.; DÍAZ, M. D.; CASTRO, J.; BARBEYTO, F. (2002b). Efecto del contenido en trébol de una pradera sobre el crecimiento de los corderos. En: *Pastagens e forragens: Qualidade e ambiente. Resumos*. Sociedade Portuguesa de Pastagens e Forragens, 58-59. Guimarães. Portugal.

PIÑEIRO, J.; DÍAZ, N; FERNÁNDEZ-PAZ, J; BANDE-CASTRO, M. J. (2010). Leguminosas para a mellora de pastos de montes de veciños en Allariz e Celanova. *Afriga*, 88, 8-23.

RIBAS ÁLVAREZ, A. (2004). O impacto da concentración parcelaria na dinámica das explotacións agrarias: estudo para as explotacións bovinas da provincia de A Coruña. Tese Doutoral. Facultade de Ciencias Económicas e Empresariais. USC. Santiago de Compostela.

ROCA-FERNÁNDEZ, A. I.; GONZÁLEZ-RODRÍGUEZ, A.; VÁZQUEZ- YAÑEZ, O. P. (2011). Efecto de la disponibilidad diaria de hierba sobre la producción y calidad del pasto y de la leche en vacuno. En *Pastos, paisajes culturales entre tradición y nuevos paradigmas del siglo XXI*, 467-472. 50 Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos (S.E.E.P.).

SALCEDO, G. (2004). Suplementación de vacas lecheras en pastoreo. *III Jornadas de Alimentación Animal* Laboratorio de Mouriscade. Mouriscade. Pontevedra.

SAS INSTITUTE, 2000. SAS/Stat User's Guide, V. 8.1, SAS Institute Inc., Cary, NC (EEUU).

- SCHMITT, B.; FERRY, C.; DANIEL, N.; WEILL, P.; KERHOAS, N.; LEGRAND, P. (2006). Effet d'un régime riche en acides gras ω -3 et en CLA 9-cis, 11-trans sur l'insulinorésistance et les paramètres du diabète de type 2. *OCL*,13 : 70-75.
- SCHMITT, B. (2010). Le rapport Oméga-3 dans l'équilibre alimentaire : Biochimie, métabolisme et conséquences physiopathologiques. *Nutrition & Endocrinologique*, 8: 135-142.
- SMITH, T. R. (2000). Factors Affecting Pasture Intake and Total Dry Matter Intake in Grazing Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, 83: 2301-2309.
- STEINSHAMN, H. (2008). The unique properties of red clover in the diet of ruminants. 1st Scientific Conference within the framework of the 8th European Summer Academy on Organic Farming. Lednice na Moravě, Czech Republic.
- STEINSHAMN, H. (2010). Effect of forage legumes on feed intake, milk production and quality. A review. *Animal Science Papers and Reports*, 28: 195-206.
- TAVERNA, M.; PÁEZ, R.; COSTABEL, L.; CUATRÍN, A.; DESCALZO, A.; ROSETTI, L.; NEGRI, L. (2010). La leche producida en sistemas pastoriles. Atributos diferenciales. Calidad de leche y productos lácteos. Resultados de Investigación Lechera. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Ficha Técnica N° 12.
- TOLEDANO, M. G. (2001). Ingesta de ácidos grasos "Trans" vía Dieta total del conjunto de la población española y de cuatro comunidades autónomas: Andalucía, Galicia, Madrid y Valencia. Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid.
- VAN DORLAND, H. A.; KREUZER, M.; LEUENBERGER, H.; WETTSTEIN, H. (2008). Comparative potential of white and red clover to modify the milk fatty acid profile of cows fed ryegrass-based diets from zero-grazing and silage systems. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 88: 77-85.
- VANHATALO, A.; KUOPPALA, K.; TOIVONEN, V.; SHINGFIELD, K. J. (2007). Effects of forage species and stage of maturity on bovine milk fatty acid composition. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 109: 856-867.
- WHO-WORLD HEALTH ORGANIZATION. (2003). World Health Report. A Vision for Global Health. Shaping the Future. Ed. World Health Organization. Ginebra. Suiza.
- WYSS, U.; MÜNGER, A.; COLLOMB M. (2010). Variation of fatty acid content in grass and milk during the grazing season. *Grassland Science in Europe*, 15: 422-425.