

## PRODUCCION, CONTENIDO EN PRINCIPIOS NUTRITIVOS Y COMPOSICIÓN EN ÁCIDOS GRASOS DEL CULTIVO DE *LOLIUM MULTIFLORUM* SOLO O ASOCIADO A *TRIFOLIUM*

G. SALCEDO DIAZ

Dpto. de Tecnología Agraria del I.E.S. "La Granja". E-39792 Heras. Cantabria (España)

gregoriosalce@ono.com

### RESUMEN

El objetivo de este experimento fue estudiar la variación de la producción y del contenido en principios nutritivos y ácidos grasos, a lo largo del primer crecimiento ininterrumpido desde la siembra, en otoño, hasta la primavera, del *Lolium multiflorum* alternativo (cv. Agraco-812 y cv. Salam), como cultivos monofitos (L), y de la mezcla de *Lolium multiflorum* alternativo (cv. Asterix) con distintas especies de *Trifolium* (*T. incarnatum* cv. Trincat y Licherry, *T. resupinatum* cv. Laser, *T. michelianum* cv. Balansa), medidos en seis fechas de corte (FC) diferentes. La FC y la interacción FC \* Tipo de Forraje influyeron significativamente sobre la mayoría de los parámetros considerados. El efecto del Tipo de Forraje resultó significativo para la digestibilidad *in vivo* de la materia orgánica estimada (DMOestndc) ( $P \leq 0,001$ ), la proteína bruta (PB) ( $P \leq 0,05$ ) y la grasa bruta (GB) ( $P \leq 0,01$ ). Para FC = 190 días tras la siembra, en los monocultivos de *Lolium* hubo mayores concentraciones de ácidos grasos totales (AGs) ( $P \leq 0,01$ ),  $\alpha$ -linolénico ( $P \leq 0,001$ ) y poliinsaturados ( $P \leq 0,00$ ) que en las mezclas con trébol, mientras que la producción media de los monocultivos fue un 8,2% menor que la media de las mezclas. Para el conjunto de forrajes y FC, los ácidos mayoritarios fueron el  $\alpha$ -linolénico y el palmítico, con contenidos medios de 17,7 y 3,7 g kg<sup>-1</sup> MS, respectivamente. Las variables más correlacionadas con los AGs, fueron la FADSINCEN ( $r = -0,39$ ;  $P \leq 0,01$ ), la DMOestndc ( $r = -0,29$ ;  $P \leq 0,01$ ), el contenido en N ( $r = 0,49$ ;  $P \leq 0,01$ ), la FC ( $r = -0,37$ ;  $P \leq 0,01$ ) y la radiación fotosintéticamente activa (RFA) ( $R = -0,51$ ;  $P \leq 0,01$ ). A nivel individual, el ácido  $\alpha$ -linolénico se relacionó positivamente con la concentración de N ( $r = 0,42$ ;  $P \leq 0,01$ ) y negativamente ( $r = -0,27$ ;  $P \leq 0,01$ ) con la RFA.

**Palabras clave:** Especies anuales en cultivo invernal, raigrás italiano, tréboles, perfil graso.

## INTRODUCCIÓN

La rotación más utilizada en las explotaciones lecheras del norte de España es la formada por el maíz (*Zea mays* L.), como el cultivo de verano principal y en invierno el raigrás italiano (*Lolium multiflorum* L.), alternativo o no alternativo en monocultivo. El alternativo o Westerwold recibe un corte en invierno y uno o dos en primavera. El no alternativo, asociado o no a leguminosas, recibe dos cortes en primavera para ensilado (Fernández-Lorenzo *et al.*, 2007).

Los forrajes verdes representan una fuente rica y natural de ácido palmítico (C16:0), oleico (C18:1) y ácidos grasos poliinsaturados, en particular linoleico (C18:2) y  $\alpha$ -linoléico (C18:3) (Hawke, 1973; Harfoot, 1981; Bauchart *et al.*, 1984; McDonald *et al.*, 1988; Walker *et al.*, 2004). Respecto al material original, en los forrajes conservados las cantidades de C18:1 y C18:2 aumentan, mientras que la de C18:3 desciende (Morand-Fehr y Tran, 2001). En las materias primas no forrajeras, el extracto etéreo está compuesto mayoritariamente por triglicéridos (Bondi, 1989), mientras que el de los forrajes lo integran principalmente glicolípidos y fosfolípidos, ricos en ácidos grasos poliinsaturados.

Entre otros, el contenido en ácidos grasos de los forrajes pueden variar con la especie, la variedad, la técnica de conservación (Lough y Anderson, 1973; Mayland *et al.*, 1976; Yan y Fujita, 1997; Dewhurst *et al.*, 2003; Boufaïed *et al.*, 2003; Cabiddu *et al.*, 2009), el estado de madurez (Hawke, 1973; Barta, 1975; Boufaïed *et al.*, 2003; Cabiddu *et al.*, 2009), diferencias entre hojas y tallos (Jarrige *et al.*, 1995; Boufaïed *et al.*, 2003), la temperatura ambiente (Kuiper, 1970; Hawke, 1973), la fertilización nitrogenada (Boufaïed *et al.*, 2003; Elgersma *et al.*, 2005 y Salcedo, 2011) y su concentración de N (Mayland *et al.*, 1976).

El objetivo de este estudio fue comparar la producción, principios nutritivos y composición en ácidos grasos de dos cultivares de raigrás italiano anual en siembra pura y de otro cultivar de esta gramínea asociada con distintas especies de tréboles anuales a lo largo del primer ciclo de crecimiento durante el invierno.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Diseño experimental

El experimento fue desarrollado en la finca de prácticas del Instituto de Educación Secundaria “La Granja”, Heras, Cantabria (43° 24'N; 3° 45'W y 5 m sobre el nivel del mar) durante los años 2010 y 2011. Los tratamientos a evaluar fueron cinco cultivos forrajeros de invierno cosechados en seis momentos durante su ciclo de crecimiento

invernal, dispuestos en un diseño experimental de bloques al azar, con tres repeticiones por tratamiento. Como indica la Tabla 1, se utilizaron dos raigrases italianos tipo *westerwoldicum* en cultivo puro (cv. Agraco-812 y cv. Salam) y otro raigrás del mismo tipo (cv. Asterix) asociado a tréboles anuales en tres mezclas comerciales con diferente composición, que incorporaban trébol encarnado (*Trifolium incarnatum* cv. Trincat) y trébol persa (*T. resupinatum* cv. Laser) en dos de ellas, mientras la tercera mezcla añadía a las leguminosas anteriores otra variedad de *T. incarnatum* (cv. Licherry) y un trébol migueliano (*T. michelianum* cv. Balansa). Las fórmulas de siembra de las tres mezclas diferían, además, en la relación gramínea:leguminosa con porcentajes de semilla de leguminosas del 20%, 30% y 35%.

TABLE 1  
**Treatments: Composición de las siembras y fechas de corte.**  
*Treatments: Mixtures composition and cutting dates*

Asociación	Gramínea, %	Leguminosa, %			
Raigrás italiano (R <sub>1</sub> )	<i>L. multiflorum</i> cv. 'Agraco-812', 100%	-			
Raigrás italiano (R <sub>2</sub> )	<i>L. multiflorum</i> cv. 'Salam', 100%	-			
Mezcla Oro Verde (M <sub>1</sub> )	<i>L. multiflorum</i> cv. 'Asterix', 80%	<i>T. incarnatum</i> cv. 'Trincat', 10% <i>T. resupinatum</i> cv. 'Laser', 10%			
Mezcla Oro Verde + (M <sub>2</sub> )	<i>L. multiflorum</i> cv. 'Asterix', 70%	<i>T. incarnatum</i> cv. 'Trincat', 20% <i>T. resupinatum</i> cv. 'Laser', 10% <i>T. incarnatum</i> cv. 'Licherry', 20%			
Mezcla D1 (M <sub>3</sub> )	<i>L. multiflorum</i> cv. 'Asterix', 65%	<i>T. resupinatum</i> cv. 'Laser', 5% <i>T. incarnatum</i> cv. 'Trincat', 5% <i>T. michelianum</i> cv. 'Balansa', 5%			
Fechas de muestreo y estados de madurez					
2009-2010			2010-2011		
Fecha	Estado de madurez <sup>1</sup>	Unidades calor, (°C)	Fecha	Estado de madurez	Unidades Calor, (°C)
9-12-09	H <sub>1</sub>	926	12-12-10	H <sub>1</sub>	580
25-1-10	H <sub>2</sub>	1177	12-1-11	H <sub>2</sub>	747
17-2-10	IEN <sub>1</sub>	1267	2-2-11	IEN <sub>1</sub>	832
10-3-10	IEN <sub>2</sub>	1423	23-2-11	IEN <sub>2</sub>	970
25-3-10	IESP	1554	11-3-11	IESP	1067
13-4-10	20% ESP	1652	4-4-11	10% ESP	1283

<sup>1</sup>: referido a la gramínea. H: hojoso; IEN: inicio encañado; IESP: inicio espigado; ESP: espigado

Los cultivos fueron sembrados el 21 de setiembre del 2009 y 6 de octubre del 2010 a la dosis de 40 kg semilla por hectárea sobre un suelo de textura francoarcillolimosa. Sus

resultados de análisis fueron: pH, 6,24; materia orgánica oxidable, 2,09%; N, 0,14%; C/N, 14,9; P (Olsen), 12,5 ppm; Ca, 866 ppm; Mg, 92 ppm; K, 96 ppm; capacidad de intercambio catiónico, 18,6 mq/100 g suelo. La temperatura media y pluviometría durante los dos años de estudio (Figura 1) fueron proporcionadas por la Agencia Estatal de Meteorología de Cantabria.

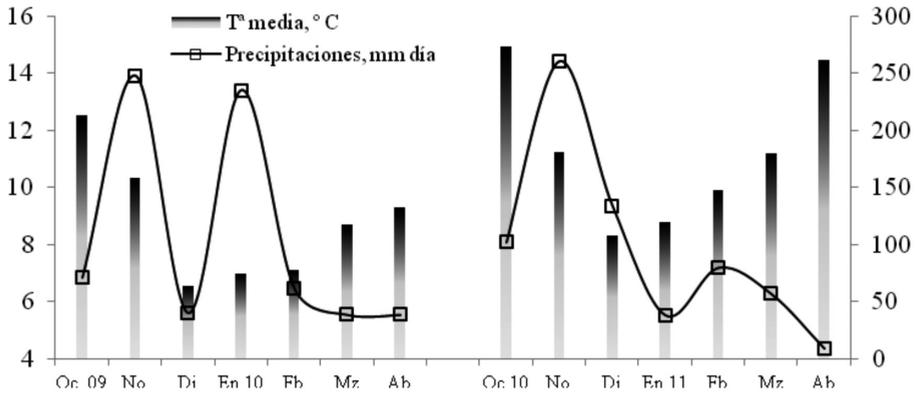


FIGURA 1  
Temperaturas y precipitaciones durante el experimento.

*Temperature and rainfall during the experiment.*

El cultivo precedente fue maíz para ensilado. La fertilización del primer año consistió en la aplicación de 45 unidades de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> y 18 de N, 60 de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 36 de K<sub>2</sub>O en el segundo. La diferencia de fósforo entre años se debe a la extracciones del forraje procedentes del año anterior (5464 kg MS ha<sup>-1</sup> 1º año x 0,59% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 32,2 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) de una parte, y de otra, elevar la concentración del suelo a niveles de 16 ppm de P recomendados por Oyanarte y Rodríguez (1993) en suelos del norte de la península. La superficie de la parcela experimental fue de 10 m x 10 m y la útil (zona de muestreo) de 6 m x 6 m, asignándose un m<sup>2</sup> para cada una de las seis fechas de corte estudiadas (Tabla 1). Dicha superficie fue segada con una barra guadañadora (BCS, tipo BF80/175) de 1 m de corte, anotándose el peso del forraje posteriormente. Dentro de cada muestreo se tomaron alícuotas de aproximadamente 2000 g de cada forraje, de los cuales, 1700 g fueron secados en estufa a 60 °C durante 48 horas para determinar la materia seca, producción por ha de la misma, contenido en principios nutritivos y perfil lipídico. Después, los forrajes fueron molidos con un molino Retsch a 1 mm y conservados en contenedores de plástico herméticos de 250 ml. Los 300 g restantes se utilizaron para determinar la composición botánica de la mezcla, separando manualmente las fracciones de gramíneas, leguminosas y otras, expresándolas en porcentaje sobre material fresco.

Las unidades de calor acumuladas (UCA) de cada control dentro de cada cultivo fueron estimadas a partir del día de siembra utilizando la ecuación de McMaster y Wilhelm (1997) como:  $UCA = [(T^a_{m\acute{a}x} + T^a_{m\acute{i}n}) / 2] - T^a_{base}$ , siendo  $T^a_{base} = 4^{\circ}C$ . La radiación fotosintéticamente activa (RFA) de setiembre a abril fue calculada a partir de la radiación solar global (RSG, MJ m<sup>-2</sup> día<sup>-1</sup>) del período 1998 al 2003, proporcionada por la Agencia Estatal de Meteorología de Cantabria y considerando la RFA como el 50% de la RGS (González, 1993), obteniéndose la ecuación  $RFA = 6,03 - 0,068x + 0,0004x^2$ ,  $r^2 = 0,91$ , siendo  $x =$  Días a contar desde la fecha de siembra.

### **Análisis químico**

El análisis de los principios nutritivos consistió en la determinación de la materia seca final a 103°C y cenizas a 550°C; la proteína bruta (PB) como N-Kjeldahl x 6,25 con el Kjeltac™ 2300 de TECATOR; la fibra ácido detergente sin cenizas (FADSINCEN) según Goering y Van Soest (1970) utilizando extractor Dosifiber de SELECTA. La digestibilidad neutro detergente-celulosa de la materia orgánica (DenzMONdc) según Riveros y Argamentería, (1987), estimándose la digestibilidad *in vivo* de la materia orgánica (DMOestndc). Los principios nutritivos fueron analizados en el Laboratorio de Nutrición Animal del I.E.S. “La Granja”. La grasa bruta (GB) se extrajo con éter de petróleo 40-60 °C con un Soxhlec™ de TECATOR en el Laboratorio Agroalimentario de Santander del Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino. Las siglas utilizadas para los principios nutritivos corresponden a la propuesta de normalización del Servicio de Información sobre Alimentos de la Universidad de Córdoba (Maroto *et al.*, 2008).

### **Análisis de ácidos grasos**

Para la preparación de los ésteres metílicos de los ácidos grasos de la materia grasa de los forrajes se siguió la Norma ISO 15884/FIL 182:2002. La separación y cuantificación de los ésteres metílicos de los ácidos grasos se efectuó con un cromatógrafo de gases Autosystem XL de Perkin Elmer, equipado con una columna capilar de silica fundida (Chrompack CP-SIL 88, de 50 metros, 0,25 mm de diámetro interno y 0,20 μm de espesor de la fase estacionaria). El volumen de inyección fue de 1 μL y el gas portador helio, a un flujo de 1,15 mL/minuto. El modo de inyección fue Split a una relación 1:42,5 y la temperatura del inyector, 275°C. La del horno se programó de 50°C a 190°C. Tuvo lugar en el Laboratorio Agroalimentario de Santander del Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino.

## Análisis estadístico

Los resultados obtenidos se sometieron a análisis de varianza. Los factores de efectos fijos incluidos en el modelo fueron el forraje y la fecha de corte y el año como efecto aleatorio con el Modelo Lineal Mixto (SPSS 15.0). Los efectos lineal y cuadrático de los componentes botánicos del forraje, producción, principios nutritivos y perfil de los ácidos grasos se establecieron mediante contrastes ortogonales con el paquete estadístico (SPSS 15.0). Se realizó un análisis de correlación entre los contenidos de AGs totales, linoleico y  $\alpha$ -linolénico en la materia seca con parámetros de los *principios nutritivos*, *fecha de corte*, *producción de materia seca*, *unidades de calor acumuladas*, *radiación fotosintéticamente activa* (RFA) en el conjunto de forrajes, incluyéndose el *porcentaje de leguminosas* en las mezclas.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Producción, composición botánica y contenido en principios nutritivos

La producción de materia seca y los porcentajes de gramíneas, leguminosas y el grupo de otras figuran en la Tabla 2. La biomasa incrementó linealmente entre fechas de corte ( $P \leq 0,001$ ), sin influencias significativas del efecto Forraje ni de la interacción Fecha de corte \* Forraje (Tabla 2). El rendimiento final de materia seca al 8 de abril (190 días de crecimiento) (Tabla 5), fue mayor ( $P \leq 0,001$ ) en las mezclas (L+T) que en los monocultivos (L), observándose en éstos últimos producciones similares a las de 4906 kg ha<sup>-1</sup> (Fernández-Lorenzo *et al.*, 2007) y 5500 kg ha<sup>-1</sup> (López *et al.*, 2006), en Galicia.

El porcentaje de gramíneas fue lógicamente mayor en los monocultivos ( $P \leq 0,001$ ) que en las mezclas (Tabla 2). El grupo de otras resultó superior en las mezclas ( $P \leq 0,001$ ), atribuido a la menor dosis de semilla de raigrás por unidad de superficie y al mayor tiempo de establecimiento de la leguminosa, dando lugar a espacios abiertos que favorecen la germinación de otras semillas del suelo. Así, los porcentajes medios de gramíneas y de otras en los monocultivos durante el primer ciclo de crecimiento fueron de 96,8 $\pm$ 1,28% y 2,23 $\pm$ 1,81% respectivamente. Mientras, en las mezclas, el porcentaje de gramíneas fue inferior (86,5 $\pm$ 5,5%) y el de otras superior (4,12 $\pm$ 3,8%). Los porcentajes de gramíneas y de otras en los monocultivos del corte final (8 de Abril) figuran en la Tabla 5. En la misma fecha y en las mezclas, la contribución del *Trifolium* a la producción final fue del 14,0 $\pm$ 4,8%, observándose una correlación positiva ( $r=+0,74$ ;  $P \leq 0,01$ ) entre el porcentaje de *Trifolium* incluido en la siembra respecto al recolectado a diferentes fechas de corte. Los valores medios de este en las mezclas M<sub>1</sub>, M<sub>2</sub> y M<sub>3</sub> fueron de 4,4 $\pm$ 2,6; 8,8 $\pm$ 2,7 y 13,2 $\pm$ 3,9, respectivamente.

TABLA 2

**Producción y composición botánica de los forrajes en las diferentes fechas de corte.***Forage yield and botany composition at different cutting dates.*

Forrajes	Fecha de corte						Media por forraje	Efecto	
	11 Dc	18 En	9 Fb	8 Mz	18 Mz	8 Ab		L	C
<b>Producción MS, kg ha<sup>-1</sup></b>									
R <sub>1</sub> Agraco	823	1177	1476	2522	3704	5165	2478	***	**
R <sub>2</sub> Salam	852	1252	1850	2775	3817	5248	2632	***	n.s.
M <sub>1</sub> OV	1028	1351	1860	2843	3825	5755	2777	***	**
M <sub>2</sub> OV+	1048	1033	1733	2973	3326	5717	2638	***	**
M <sub>3</sub> D1	719	1083	1765	2606	3650	5436	2543	***	**
Media por corte	894	1179	1737	2744	3664	5464	2614		
<i>d.m.s.: fecha de corte, 143</i>									
<b>Gramíneas, %</b>									
R <sub>1</sub> Agraco	96,7	96,1	96,7	97,7	96,6	95,4	96,5	n.s.	n.s.
Salam	97,8	97,0	97,2	98,1	97,1	95,4	97,1	**	**
M <sub>1</sub> OV	96,8	88,5	89,3	91,5	90,6	89,4	91,0	n.s.	n.s.
M <sub>2</sub> OV+	93,9	89,7	85,8	88,3	81,9	81,1	86,8	***	n.s.
M <sub>3</sub> D1	87,9	88,0	84,7	85,0	81,4	75,0	83,7	***	**
Media por corte	94,6	91,9	90,7	92,1	89,5	87,3	91,0		
<i>d.m.s.: Forraje, 1,6; Fecha de corte, 1,7; Forraje x Fecha de corte, 2,6</i>									
<b>Leguminosas, %</b>									
M <sub>1</sub> OV	1,9	1,3	3,0	4,0	6,1	8,6	4,2	***	***
M <sub>2</sub> OV+	6,3	6,3	6,8	8,3	10,3	13,5	8,6	***	***
M <sub>3</sub> D1	8,9	9,4	10,5	13,1	15,2	19,8	12,8	***	***
Media por corte	5,7	5,7	6,8	8,5	10,6	14,0	8,6		
<i>d.m.s.: Forraje, 0,3; Fecha de corte, 0,4; Forraje x Fecha de corte, 0,6</i>									
<b>Otras, %</b>									
R <sub>1</sub> Agraco	1,3	1,5	1,3	2,2	3,9	4,5	2,5	***	n.s.
R <sub>2</sub> Salam	0,8	1,2	1,1	1,8	2,8	4,5	2,0	***	**
M <sub>1</sub> OV	0,4	1,0	7,6	4,3	3,1	1,9	4,6	n.s.	***
M <sub>2</sub> OV+	0,2	3,9	7,3	3,2	7,6	5,3	4,6	***	n.s.
M <sub>3</sub> D1	1,2	2,5	4,6	1,8	3,4	5,1	3,1	n.s.	n.s.
Media por corte	0,8	3,8	4,4	2,7	4,2	4,3	3,4		
<i>d.m.s.: Forraje, 1,1; Fecha de corte, 1,2; Forraje x Fecha de corte, 2,5</i>									
<b>Nivel de significación</b>									
Gramíneas, %	Forraje			Fecha de corte			Forraje x Fecha de corte		
Gramíneas, %	***			***			***		
Leguminosas, %	***			***			***		
Otras, %	***			***			***		
MS, kg ha <sup>-1</sup>	n.s.			***			n.s.		

*d.m.s.: diferencia mínima significativa entre dos medias de la misma columna (media por forraje) o fila (media por corte) para cada uno de los efectos principales o de su interacción (forraje x fecha de corte) al nivel P<0,05*

*L: efecto lineal, C: efecto cuadrático; \*\*\* p ≤ 0,001, \*\* p ≤ 0,01, \* p ≤ 0,05, n.s.: no significativo p > 0,05.*

El contenido en principios nutritivos de los forrajes recolectados a diferente fecha viene señalado en la Tabla 3. Hay diferencias significativas entre forrajes para PB, DMOestndc y GB. Los efectos lineales o cuadráticos según la fecha de corte influyeron significativamente en todos los parámetros analíticos, pero de forma desigual entre forrajes (interacciones significativas Fecha de corte \* Forraje, Tabla 3). La PB y la FADSINCEN incrementaron linealmente en todos los forrajes y la DMOestndc lo hizo de forma cuadrática excepto en “M<sub>1</sub>” y “M<sub>3</sub>”, en que fue lineal. La GB incrementó linealmente en L+T hasta el 9 de febrero y después disminuyó hasta el 8 de abril. Por el contrario, en los monocultivos, GB tuvo un comportamiento cuadrático, registrándose las máximas concentraciones el 9 de febrero. Particularizando la fecha de corte el 8 de abril (Tabla 5), los contenidos de MS, FADSINCEN y DMOestndc no difieren entre monocultivos y mezclas, pero la PB si resultó estadísticamente superior en estas últimas, imputable a la contribución del 14,0±4,8% de *Trifolium*. Los contenidos medios de PB en los monocultivos de gramíneas para R<sub>1</sub> y R<sub>2</sub> al 8 de abril fueron de 162±9,4 y 169±15,2 g kg<sup>-1</sup> MS, ligeramente inferiores a 175 g señalados por Martínez *et al.* (2008) en la variedad Agraco-812 recolectada para ensilado a mediados de abril, previo corte en invierno y, superiores a 101 g en la variedad Promenade aprovechada para ensilado a mediados de abril al inicio del espigado (Fernández-Lorenzo *et al.*, 2007).

### Concentración de ácidos grasos

El contenido total de ácidos grasos (AGs) fue desigual respecto a la fecha de corte ( $P \leq 0,001$ ), sin diferencias entre forrajes (Tabla 4). La concentración media fue de 26,5±3,2 g kg<sup>-1</sup> MS, dentro de los rangos obtenidos para el *Lolium perenne* por Elgersma *et al.*, (2003) (22-29) y por Dewhurst *et al.* (2001) (21-35), y, lejos del promedio de 38 para 12 cultivares de esta misma especie (Palladino *et al.*, 2009). Independientemente del forraje, el mayor contenido de AGs se registró el 11 de diciembre ( $P \leq 0,001$ ), a partir del cual, descendió linealmente en las mezclas (L+T) y de forma cuadrática en los monocultivos (Tabla 4). El mayor porcentaje de leguminosas en la mezcla “M<sub>3</sub>” (Tabla 2), no reflejó superior contenido de AGs (Tabla 4). La proporción de AGs el 8 de abril fue mayor en los monocultivos que en las mezclas (Tabla 5), contrario a los resultados de Wyss *et al.*, (2006), quienes señalan incrementos del 3,3% en las mezclas formadas por raigrás, fleo, festuca y trébol rojo respecto a las mezclas de gramíneas solas. Otros autores (Boufaïed *et al.*, 2003), indican mayor concentración en las leguminosas respecto a las gramíneas (21,7 *versus* 20,1 g kg<sup>-1</sup> MS).

TABLA 3

## Composición química de los forrajes en las diferentes fechas de corte.

Forage chemical composition at different cutting dates.

	Fecha de corte						Media por forraje	Efecto	
	11 Dc	18 En	9 Fb	8 Mz	18 Mz	8 Ab		L	C
<b>MS, g kg<sup>-1</sup></b>									
R <sub>1</sub> Agraco	111	104	110	107	124	114	112	n.s.	n.s.
R <sub>2</sub> Salam	106	110	120	121	129	116	117	n.s.	n.s.
M <sub>1</sub> OV	99	104	119	115	130	119	114	***	n.s.
M <sub>2</sub> OV+	114	105	124	118	120	121	117	n.s.	n.s.
M <sub>3</sub> D1	116	110	115	108	129	108	114	n.s.	n.s.
Media por corte	109	106	117	114	126	115	115		
<i>d.m.s.: Fecha de corte, 4,2</i>									
<b>PB, g kg<sup>-1</sup></b>									
R <sub>1</sub> Agraco	296	278	252	210	201	162	233	***	n.s.
R <sub>2</sub> Salam	345	271	242	200	208	169	239	***	***
M <sub>1</sub> OV	328	287	246	229	191	173	242	***	n.s.
M <sub>2</sub> OV+	282	291	234	226	183	185	234	***	n.s.
M <sub>3</sub> D1	312	307	257	234	205	178	239	***	n.s.
Media por corte	312	287	246	220	198	174			
<i>d.m.s.: Forraje, 5,8; Fecha de corte, 6,3; Forraje x Fecha de corte, 13,3</i>									
<b>FADSINCEN, g kg<sup>-1</sup></b>									
R <sub>1</sub> Agraco	211	239	245	251	267	328	257	***	*
R <sub>2</sub> Salam	206	232	225	238	267	315	247	***	**
M <sub>1</sub> OV	198	247	249	222	256	328	250	***	**
M <sub>2</sub> OV+	185	233	243	247	261	296	244	***	n.s.
M <sub>3</sub> D1	192	221	232	236	267	301	242	***	n.s.
Media por corte	198	234	239	239	264	314	248		
<i>d.m.s.: Fecha de corte, 6,2</i>									
<b>DMOestndc, g kg<sup>-1</sup></b>									
R <sub>1</sub> Agraco	600	613	665	628	637	576	620	n.s.	***
R <sub>2</sub> Salam	571	606	674	656	624	577	618	n.s.	***
M <sub>1</sub> OV	586	621	697	654	602	543	617	***	***
M <sub>2</sub> OV+	592	621	681	643	635	589	627	n.s.	***
M <sub>3</sub> D1	594	615	708	659	654	616	641	**	***
Media por corte	589	615	685	648	630	580	625		
<i>d.m.s.: Forraje, 6,6; Fecha de corte, 7,3</i>									
<b>GB, kg<sup>-1</sup></b>									
R <sub>1</sub> Agraco	25,4	28,4	32,7	27,9	25,7	24,9	27,5	n.s.	***
R <sub>2</sub> Salam	25,4	28,7	31,2	28,9	26,6	24,6	27,6	n.s.	***
M <sub>1</sub> OV	25,0	28,9	32,0	26,8	23,7	21,1	26,3	***	***
M <sub>2</sub> OV+	27,9	27,5	31,4	26,8	25,2	22,9	27,0	***	***
M <sub>3</sub> D1	27,4	25,1	29,9	27,9	24,6	24,2	26,5	***	***
Media por corte	26,2	27,7	31,4	27,7	25,2	23,5	27,0		
<i>d.m.s.: Forraje, 0,6; Fecha de corte, 0,6; Forraje x Fecha de corte, 1,3</i>									
<b>Nivel de significación</b>	Forraje	Fecha de corte				Forraje x Fecha de corte			
MS, g kg <sup>-1</sup>	n.s.	***				n.s.			
PB, g kg <sup>-1</sup>	*	***				***			
FADSINCEN, g kg <sup>-1</sup>	n.s.	***				n.s.			
DMOestndc, g kg <sup>-1</sup>	***	***				n.s.			
GB, g kg <sup>-1</sup>	**	***				***			

MS = Materia seca; PB = Proteína bruta; FADSINCEN = Fibra ácido detergente sin cenizas; DMOestndc = Digestibilidad in vivo de la materia orgánica; GB = Grasa bruta.

*d.m.s.*: diferencia mínima significativa entre dos medias de la misma columna (media por forraje) o fila (media por corte) para cada uno de los efectos principales o de su interacción (forraje x fecha de corte) al nivel  $P < 0,05$

L: efecto lineal, C: efecto cuadrático; \*\*\*  $p \leq 0,001$ , \*\*  $p \leq 0,01$ , \*  $p \leq 0,05$ , n.s.: no significativo  $p > 0,05$ .

TABLA 4  
 Concentración de ácidos grasos en las diferentes fechas de corte.  
*Fatty acids concentration at different cutting dates.*

	Fecha de corte						Media por forraje	Efecto	
	11 Dc	18 En	9 Fb	8 Mz	18 Mz	8 Ab		L	C
<b>Láurico, g kg<sup>-1</sup></b>									
R <sub>1</sub> Agraco	0,17	0,60	0,44	0,31	0,27	0,20	0,33	n.s.	***
R <sub>2</sub> Salam	0,22	0,30	0,60	0,26	0,25	0,15	0,30	n.s.	***
M <sub>1</sub> OV	0,12	0,40	0,83	0,32	0,25	0,11	0,34	n.s.	***
M <sub>2</sub> OV+	0,37	0,36	0,42	0,67	0,37	0,14	0,39	n.s.	*
M <sub>3</sub> D1	0,31	0,31	0,71	0,51	0,27	0,23	0,39	n.s.	***
Media por corte	0,24	0,39	0,60	0,41	0,28	0,17	0,35		
<i>d.m.s.: Fecha de corte, 0,074; Forraje x Fecha de corte, 0,156</i>									
<b>Mirístico, g kg<sup>-1</sup></b>									
R <sub>1</sub> Agraco	0,14	0,14	0,18	0,30	0,20	0,16	0,19	n.s.	***
R <sub>2</sub> Salam	0,21	0,15	0,29	0,20	0,21	0,18	0,21	n.s.	n.s.
M <sub>1</sub> OV	0,16	0,16	0,25	0,19	0,19	0,19	0,19	n.s.	*
M <sub>2</sub> OV+	0,18	0,19	0,18	0,18	0,16	0,18	0,18	n.s.	n.s.
M <sub>3</sub> D1	0,18	0,18	0,25	0,18	0,13	0,19	0,19	n.s.	n.s.
Media por corte	0,17	0,16	0,23	0,21	0,18	0,18	0,19		
<i>d.m.s.: Fecha de corte, 0,027; Forraje x Fecha de corte, 0,053</i>									
<b>Palmitico, g kg<sup>-1</sup></b>									
R <sub>1</sub> Agraco	3,5	4,1	3,1	4,2	3,8	3,4	3,6	n.s.	n.s.
R <sub>2</sub> Salam	3,9	3,7	3,9	3,6	3,8	3,7	3,7	n.s.	n.s.
M <sub>1</sub> OV	3,4	3,8	3,6	3,7	3,5	3,6	3,6	n.s.	n.s.
M <sub>2</sub> OV+	4,0	3,4	3,4	3,5	3,1	3,7	3,5	n.s.	n.s.
M <sub>3</sub> D1	3,7	3,2	3,8	3,5	2,8	3,7	3,4	n.s.	n.s.
Media por corte	3,7	3,6	3,5	3,7	3,4	3,6	3,6		
<b>Palmitoleico, g kg<sup>-1</sup></b>									
R <sub>1</sub> Agraco	0,33	0,19	0,18	0,20	0,21	0,22	0,22	n.s.	*
R <sub>2</sub> Salam	0,34	0,18	0,15	0,28	0,26	0,25	0,24	n.s.	n.s.
M <sub>1</sub> OV	0,30	0,21	0,15	0,28	0,17	0,17	0,21	n.s.	n.s.
M <sub>2</sub> OV+	0,31	0,17	0,16	0,23	0,10	0,20	0,20	*	*
M <sub>3</sub> D1	0,35	0,18	0,18	0,20	0,11	0,28	0,22	n.s.	n.s.
Media por corte	0,33	0,19	0,16	0,24	0,17	0,22	0,22		
<i>d.m.s.: Fecha de corte, 0,027</i>									
<b>Estearico, g kg<sup>-1</sup></b>									
R <sub>1</sub> Agraco	0,45	0,55	0,59	0,58	0,63	0,32	0,52	n.s.	***
R <sub>2</sub> Salam	0,52	0,56	0,82	0,58	0,62	0,46	0,59	n.s.	***
M <sub>1</sub> OV	0,55	0,6	0,78	0,58	0,57	0,49	0,60	n.s.	n.s.
M <sub>2</sub> OV+	0,64	0,62	0,56	0,57	0,55	0,53	0,58	n.s.	n.s.
M <sub>3</sub> D1	0,51	0,59	0,60	0,52	0,46	0,49	0,53	n.s.	n.s.
Media por corte	0,53	0,58	0,67	0,57	0,57	0,46	0,56		
<i>d.m.s.: Fecha de corte, 0,068</i>									
<b>Oleico, g kg<sup>-1</sup></b>									
R <sub>1</sub> Agraco	0,65	0,66	0,41	1,19	0,65	0,69	0,71	n.s.	n.s.
R <sub>2</sub> Salam	0,60	0,69	0,40	0,94	0,61	0,82	0,68	n.s.	n.s.
M <sub>1</sub> OV	0,73	0,75	0,44	0,77	0,60	0,99	0,71	n.s.	n.s.
M <sub>2</sub> OV+	0,67	0,55	0,65	0,63	0,41	0,84	0,63	n.s.	n.s.
M <sub>3</sub> D1	0,57	0,43	1,18	0,66	0,50	0,86	0,70	n.s.	n.s.
Media por corte	0,64	0,62	0,62	0,84	0,55	0,84	0,68		
<i>d.m.s.: Fecha de corte, 0,1; Forraje x Fecha de corte, 0,21</i>									
<b>Linoleico, g kg<sup>-1</sup></b>									
R <sub>1</sub> Agraco	3,2	3,0	2,8	3,1	3,0	3,6	3,1	n.s.	***
R <sub>2</sub> Salam	3,0	3,1	2,7	2,9	2,9	3,4	3,0	n.s.	**
M <sub>1</sub> OV	3,1	3,2	2,9	3,0	2,8	3,6	3,1	n.s.	***
M <sub>2</sub> OV+	3,7	2,7	3,0	3,1	2,8	3,0	3,0	***	***
M <sub>3</sub> D1	3,3	2,8	3,0	3,2	3,0	3,6	3,2	n.s.	**
Media por corte	3,3	3,0	2,9	3,1	2,9	3,4	3,1		
<i>d.m.s.: Fecha de corte, 0,11; Forraje x Fecha de corte, 0,23</i>									

**TABLA 4 (Continuación)**  
**Concentración de ácidos grasos en las diferentes fechas de corte.**  
*Fatty acids concentration at different cutting dates.*

	Fecha de corte						Media por forraje	Efecto	
	11 Dc	18 En	9 Fb	8 Mz	18 Mz	8 Ab		L	C
R <sub>1</sub> Agraco	22,2	16,3	19,2	14,6	18,3	18,4	18,1	n.s.	*
R <sub>2</sub> Salam	20,2	15,7	17,2	15,0	18,3	17,7	17,3	n.s.	*
M <sub>1</sub> OV	21,1	16,8	17,6	18,4	16,7	15,1	17,6	***	n.s.
M <sub>2</sub> OV+	22,4	17,9	16,8	19,2	15,2	16,1	17,9	***	n.s.
M <sub>3</sub> D1	21,2	19,8	14,9	16,9	16,5	14,9	17,3	***	***
Media por corte	21,4	17,3	17,1	16,8	17,0	16,4	17,6		
<i>d.m.s.: Fecha de corte, 0,88; Forraje x Fecha de corte, 1,86</i>									
AGs totales, g kg <sup>-1</sup>									
R1 Agraco	30,7	25,6	27,1	24,6	27,1	27,1	27,0	n.s.	**
R2 Salam	29,2	24,5	26,1	23,9	27,1	26,8	26,2	n.s.	***
M1 OV	29,7	26,1	26,6	27,3	24,9	24,4	26,5	*	n.s.
M2 OV+	32,4	26,3	25,4	28,3	22,8	24,8	26,6	***	n.s.
M3 D1	30,3	27,6	24,7	25,9	23,9	24,3	26,1	***	n.s.
Media por corte	30,4	26,0	25,9	26,0	25,1	25,4	26,5		
<i>d.m.s.: Fecha de corte, 0,88; Forraje x Fecha de corte, 1,8</i>									
Insaturados/Saturados									
R <sub>1</sub> Agraco	6,1	3,9	5,2	3,9	4,6	5,3	4,8	n.s.	n.s.
R <sub>2</sub> Salam	4,9	4,3	3,8	4,1	4,6	4,9	4,4	n.s.	*
M <sub>1</sub> OV	5,8	4,4	3,9	4,7	4,4	4,7	4,6	*	***
M <sub>2</sub> OV+	5,3	4,7	4,6	4,7	4,4	4,5	4,7	n.s.	n.s.
M <sub>3</sub> D1	5,3	5,4	3,8	4,6	5,4	4,2	4,7	n.s.	n.s.
Media por corte	5,4	4,5	4,2	4,4	4,6	4,7	4,6		
<i>d.m.s.: Fecha de corte, 0,027; Forraje x Fecha de corte, 0,05</i>									
AGPI, g kg <sup>-1</sup>									
R <sub>1</sub> Agraco	25,4	19,3	22,1	17,8	21,3	22,1	21,3	n.s.	n.s.
R <sub>2</sub> Salam	23,3	18,9	20,0	18,0	21,3	21,1	20,4	n.s.	***
M <sub>1</sub> OV	24,3	20,1	20,5	21,4	19,6	18,8	20,8	***	n.s.
M <sub>2</sub> OV+	26,2	20,8	19,9	22,4	18,1	19,1	21,1	***	n.s.
M <sub>3</sub> D1	24,6	22,7	17,9	20,2	19,6	18,5	20,6	***	n.s.
Media por corte	24,8	20,4	20,1	20,0	20,0	19,9	20,8		
<i>d.m.s.: Fecha de corte, 0,91; Forraje x Fecha de corte, 1,95</i>									
<b>Nivel de significación</b>	Forraje				Fecha de corte			Forraje *	Fecha de corte
Laúrico, g kg <sup>-1</sup>	n.s.				***			*	
Mirístico, g kg <sup>-1</sup>	n.s.				***			***	
Palmítico, g kg <sup>-1</sup>	n.s.				n.s.			n.s.	
Palmitoleico, g kg <sup>-1</sup>	n.s.				***			n.s.	
Estearico, g kg <sup>-1</sup>	n.s.				***			n.s.	
Oleico, g kg <sup>-1</sup>	n.s.				***			***	
Linoleico, g kg <sup>-1</sup>	n.s.				***			**	
Linolénico, g kg <sup>-1</sup>	n.s.				***			**	
AGs, g kg <sup>-1</sup>	n.s.				***			*	
Relación AGI/AGS	n.s.				***			n.s.	
AGPI, g kg <sup>-1</sup>	n.s.				***			*	

AGs = ácidos grasos totales; AGPI = ácidos grasos poliinsaturados; AGI = ácidos grasos insaturados; AGS = ácidos grasos saturados; d.m.s.: diferencia mínima significativa entre dos medias de la misma columna (media por forraje) o fila (media por corte) para cada uno de los efectos principales o de su interacción (forraje x fecha de corte) al nivel  $P < 0,05$ ; L: efecto lineal, C: efecto cuadrático; \*\*\*  $p \leq 0,001$ , \*\*  $p \leq 0,01$ , \*  $p \leq 0,05$ , n.s.: no significativo  $p > 0,05$ .

TABLA 5

**Producción, composición química y perfil de ácidos grasos de los monocultivos de raigrás italiano o asociado con tréboles anuales a 190 días desde la siembra (8 abril).***Yield, chemical composition and fatty acids profile of Italian ryegrass monocultures and of their mixtures with annual clovers, cut at 190 days from sowing (8 april).*

	<i>Lolium</i> (L)	<i>Lolium</i> + <i>Trifolium</i> (L+T)	et	Sig
Producción, kg MS ha <sup>-1</sup>	5206	5636	71	***
Gramíneas, %	95,4	81,8	1,77	***
Leguminosas, %	-	14,0	1,25	-
Otras, %	4,5	4,11	0,67	n.s.
Composición química y digestibilidad				
MS, g kg <sup>-1</sup>	115	116	3,8	n.s.
PB, g kg <sup>-1</sup>	166	179	3,05	*
FADSINCEN, g kg <sup>-1</sup>	321	308	3,7	n.s.
DMOestndc, g kg <sup>-1</sup>	577	583	5,08	n.s.
GB, g kg <sup>-1</sup>	24,7	22,7	0,36	***
Perfil de ácidos grasos				
Laurico, g kg <sup>-1</sup>	0,17	0,16	0,013	n.s.
Mirístico, g kg <sup>-1</sup>	0,17	0,18	0,006	n.s.
Palmítico, g kg <sup>-1</sup>	3,6	3,72	0,09	n.s.
Palmitoleico, g kg <sup>-1</sup>	0,24	0,22	0,01	n.s.
Esteárico, g kg <sup>-1</sup>	0,39	0,50	0,02	n.s.
Oleico, g kg <sup>-1</sup>	0,75	0,90	0,05	n.s.
Linoleico, g kg <sup>-1</sup>	3,35	3,43	0,05	n.s.
Linoléico, g kg <sup>-1</sup>	18,1	15,4	0,44	***
AGs, g kg <sup>-1</sup>	26,9	24,5	0,52	**
Relación AGI/AGS	5,12	4,47	0,16	*
AGPI, g kg <sup>-1</sup>	21,6	18,8	0,46	***

MS = Materia seca; PB = Proteína bruta; FADSINCEN = Fibra ácido detergente sin cenizas; DMOestndc = Digestibilidad in vivo de la materia orgánica; GB = Grasa bruta; AGs = Ácidos grasos; Relación AGI / AGS = Ácidos grasos insaturados / Ácidos grasos saturados; AGPI = Ácidos grasos poliinsaturados

et: error típico de la diferencia de medias; \*\*\*  $p \leq 0,001$ , \*\*  $p \leq 0,01$ , \*  $p \leq 0,05$ , n.s.: no significativo  $p > 0,05$ .

Los contenidos medios  $\pm$  error estándar en g kg<sup>-1</sup> MS de los diferentes AGs ordenados de mayor a menor fueron 17,6 $\pm$ 3,3 para el  $\alpha$ -linoléico; 3,6 $\pm$ 0,6 para el palmítico; 3,1 $\pm$ 0,3 para el linoleico; 0,68 $\pm$ 0,3 para el oleico; 0,56 $\pm$ 0,15 para el esteárico; 0,35 $\pm$ 0,26 para el láurico; 0,22 $\pm$ 0,10 para el palmitoleico y 0,19 $\pm$ 0,06 para el mirístico, coincidente con Boufaïed *et al.* (2003), Elgersma *et al.* (2003), Walker *et al.* (2004) y Palladino *et al.* (2009) en raigrás inglés y Cabiddu *et al.* (2009) en leguminosas. El perfil de ácidos grasos no difirió significativamente entre forrajes, y sí lo hizo ( $P \leq 0,001$ ) la fecha de corte, excepto en el caso del palmítico (Tabla 4). Para la mayoría de los ácidos grasos (láurico, mirístico, palmítico, palmitoleico, esteárico, oleico y linoleico)

no se observaron efectos lineales de la fecha de corte y, sí cuadráticos en alguno de ellos (Tabla 4). Por el contrario, el  $\alpha$ -linolénico descendió linealmente en las mezclas ( $P \leq 0,001$ ) respecto a la fecha de corte. Sus concentraciones medias  $\pm$  error estándar durante el primer ciclo de crecimiento fueron  $18,1 \pm 3,6$ ;  $17,3 \pm 3,6$ ;  $17,6 \pm 3,0$ ,  $17,9 \pm 3,6$  y  $17,3 \pm 2,9$  g  $\text{kg}^{-1}$  MS para  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $M_1$ ,  $M_2$  y  $M_3$  respectivamente, inferiores al valor de  $20,6$  g  $\text{kg}^{-1}$  MS obtenido por Boufaïed *et al.* (2003) para el raigrás italiano.

La relación ácidos grasos insaturados:saturados tuvo un promedio general  $\pm$  error estándar de  $4,6 \pm 1,3$ , sin diferencias significativas entre forrajes y sí ( $P \leq 0,001$ ) entre fechas de corte. Resulta inferior al de  $4,07 \pm 1,3$ , obtenido por Kalac y Samková (2010) para una amplia variedad de forrajes.

### VARIABLES NUTRICIONALES Y DE CAMPO RELACIONADAS CON EL PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS

Las variables mejor relacionados con los ácidos grasos totales (AGs), linoleico y  $\alpha$ -linolénico fueron agrupadas en dos categorías: “*nutricionales*” y de “*campo*” (Tabla 6).

TABLA 6

**Relaciones entre variables *nutricionales* (N, FADSINCEN y DMOestndc) y de *campo* (fecha de corte, climáticas, productivas y porcentaje de leguminosas) respecto al perfil de ácidos grasos del forraje.**

*Relationship among nutritional (N, ADFSINCEN, DMOestndc) and field features (cutting date, climate, yield and legumes percentage) and fatty acids-*

	Nutricionales				Campo			
	N, g $\text{kg}^{-1}$ MS	FAD, g $\text{kg}^{-1}$ MS	DMO, g $\text{kg}^{-1}$ MS	Fecha corte	UCA	RFA Mj $\text{m}^2$ día	Producción, kg MS $\text{ha}^{-1}$	Leg. %
<b>CONJUNTO</b>								
AGs totales	0,49**	-0,39**	-0,29**	-0,37**	-0,22**	-0,51**	-0,26**	
Linoleico	n.s.	n.s.	-0,24**	n.s.	-0,19*	0,21**	n.s.	
Linolénico	0,42**	-0,35**	-0,33**	-0,29**	n.s.	-0,27**	-0,17*	
<b>MEZCLAS</b>								
AGs totales	0,56**	-0,53**	-0,24**	-0,46**	-0,28**	-0,59**	-0,35**	-0,22*
Linoleico	n.s.	n.s.	-0,21*	n.s.	-0,24*	n.s.	n.s.	0,23*
Linolénico	0,49**	-0,53**	-0,29**	-0,39**	n.s.	-0,45**	-0,28**	n.s.
<b>MONOCULTIVOS</b>								
AGs totales	0,38**	n.s.	-0,40**	n.s.	n.s.	-0,39**	n.s.	
Linoleico	n.s.	n.s.	-0,30*	n.s.	n.s.	0,34**	n.s.	
Linolénico	0,31*	n.s.	-0,38**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	

UCA = Unidades de calor acumuladas; RFA = Radiación fotosintéticamente activa; Leg. = Leguminosas; \*\*  $p \leq 0,01$ , \*  $p \leq 0,05$ , n.s.: no significativo  $p > 0,05$ .

Dentro de las *nutricionales*, FADSINCEN y DMOestnd se correlacionaron negativamente con los AGs en las mezclas ( $r=-0,53$  y  $-0,24$ ;  $P\leq 0,01$ , respectivamente). En los monocultivos, sólo lo hizo la DMOestnd ( $r = -0,40$ ). El N se correlacionó positivamente (Tabla 6 y Figura 2), tanto en los monocultivos ( $r=0,38$ ;  $P<0,01$ ) como en las mezclas ( $r=0,56$ ;  $P\leq 0,01$ ), coincidente en lo que atañe a estas últimas con Walker *et al.* (2004). En cuanto a las variables de *campo*, la fecha de corte y la radiación fotosintéticamente activa (RFA) se correlacionaron negativamente con los AGs para todo el conjunto de forrajes (Tabla 6), coincidiendo con Witkowska *et al.* (2008). El coeficiente de determinación obtenido entre los AGs y la RFA fue bajo ( $r^2=0,26$ ; Figura 3), inferior al de 0,39 obtenido por Witkowska *et al.* (2008) en raigrás inglés fertilizado con nitrógeno de primavera a otoño.

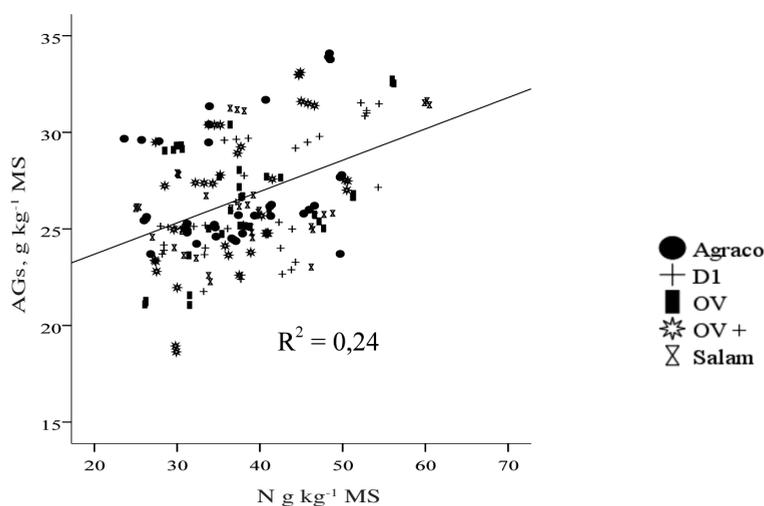


FIGURA 2

**Relación entre las concentraciones de N y el total de ácidos grasos.**

*Relationship between N concentrations and total fatty acids.*

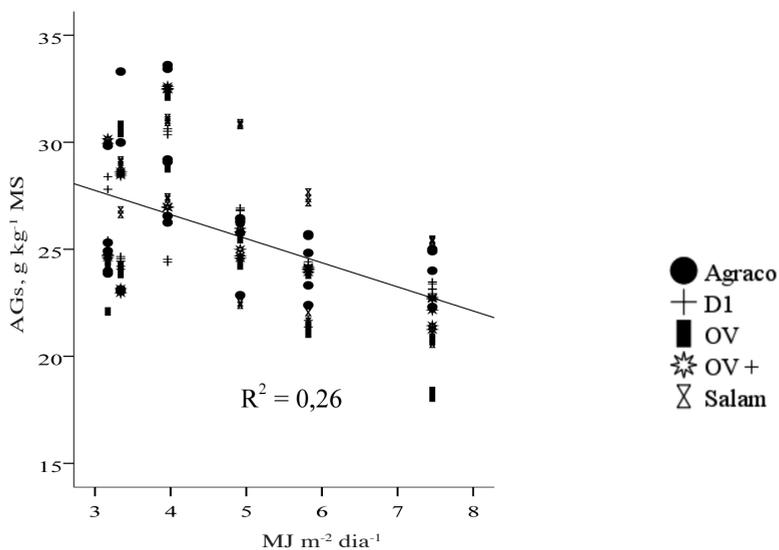


FIGURA 3

**Relación entre la radiación diaria fotosintéticamente activa (RFA) y el total de ácidos grasos.**

*Relationship between average daily photosynthetically active radiation (PAR) and total concentration of the fatty acids.*

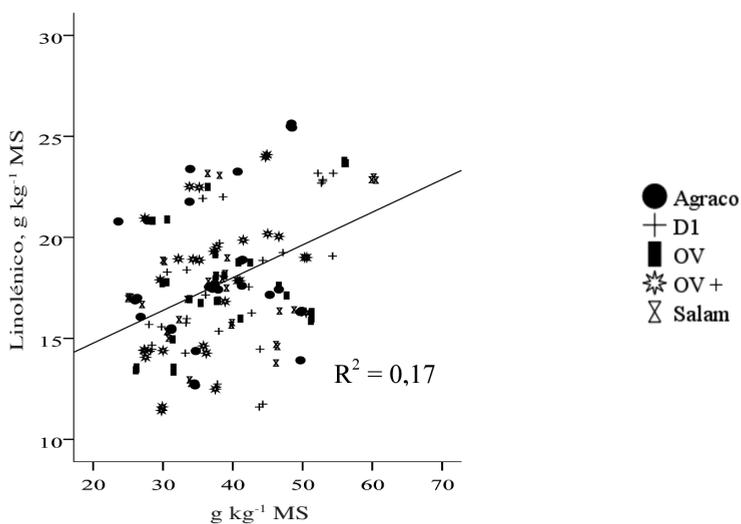


FIGURA 4

**Relación entre las concentraciones de N y las  $\alpha$ -linolénico.**

*Relationship between concentrations of N and  $\alpha$ -linolenic acid.*

La concentración de linoleico solamente se correlacionó (negativamente) con la DMOestndc, tanto en monocultivos como en mezclas. También con la RFA en caso de monocultivos ( $r=0,34$   $P\leq 0,01$ ).

El  $\alpha$ -linolénico se correlacionó positivamente con el contenido de N, de forma más acusada en mezclas que en monocultivos ( $r=0,49$ ;  $P\leq 0,01$  versus  $r=0,31$ ;  $P\leq 0,05$ , respectivamente) en los monocultivos (Tabla 6). También lo hizo negativamente con la DMOestndc tanto en monocultivos como en mezclas y con la FADSINCEN solo en mezclas.

## CONCLUSIONES

Los ácidos grasos más abundantes en los forrajes analizados fueron el  $\alpha$ -linolénico, el palmítico y el linoleico.

La concentración de ácidos grasos totales, linoleico y  $\alpha$ -linolénico se correlacionó positivamente con el contenido de N y, negativamente, con la digestibilidad de la materia orgánica y la fibra ácido detergente.

La radicación fotosintéticamente activa y la fecha de corte se relacionaron negativamente con los ácidos grasos.

La mayor concentración de ácidos grasos totales y  $\alpha$ -linolénico se registró a mediados de diciembre, coincidiendo con las fases hojosas.

A 190 días de cultivo, la asociación raigrás italiano + *Trifolium* presentó mayor producción, pero menor contenido de  $\alpha$ -linolénico que los monocultivos de raigrás italiano

## AGRADECIMIENTOS

Mi agradecimiento a Carmela de Andrés y Marceliano Sarmiento del Laboratorio Agroalimentario de Santander por el análisis de ácidos grasos. A Elías Celis de la Cooperativa AgroCantabria y a Rafael Peláez de Delagro, por proporcionar las semillas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARTA A. (1975). Higher fatty acid content of perennial grasses as affected by species and by nitrogen and potassium fertilization. *Crop Science Society of America*, **15**, 169-171.
- BAUCHART D. VÉRITÉ R. Y REMÓN B. (1984). Long-chain fatty acids digestion in lactating cows fed fresh grass from spring to autumn. *Canadian Journal of Animal Science*, **64** (Suppl.) 330-331.
- BONDI A. A. (1989). *Nutrición animal*. Editorial Acribia. Zaragoza.

- BOUFAÏED H. CHOUINARD P.Y. TREMBLAY G.F. PETIT H.V. MICHAUD R. Y BÉLANGER G. (2003). Fatty acids in forages. I. Factors affecting concentrations. *Canadian Journal of Animal Science*, **83**, 501-511.
- CABIDDU A. DECANDIA M. SALIS L. SCANU G. FIORI M. ADDIS M. SITZIA M. Y MOLLE G. (2009). Effect of species, cultivar and phenological stage of different forage legumes on herbage fatty acid composition. *Ital. J. Anim. Sci.* Vol. **8** (Suppl. **2**), 277-279.
- DEWHURST R.J. SCOLLAN N.D. YOUELL S.J. TWEED J.K.S. Y HUMPHREYS M.O. (2001). Influence of species, cutting date and cutting interval on the fatty acid composition of grasses. *Grass and Forage Science*, **56**, 68-74.
- DEWHURST R. SCOLLAN N. LEE M. OUGHAM H. Y HUMPHREYS M. (2003). Forage breeding and management to increase the beneficial fatty acid content of ruminant products. *Proc. Nutr. Soc.*, **62**, 329-331.
- ELGERSMA A. ELLEN G. VAN DER HORST H. MUUSE B.G. Y BOER H. (2003). Influence of cultivar and cutting date on the fatty acid composition of perennial ryegrass. *Grass Forage Science*, **58**, 323-331.
- ELGERSMA A. MAUDET P. WITKOWSKA I.M. WEVER A. (2005). Effects of nitrogen fertilization and regrowth period on fatty acids concentrations in perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.). *Annals of Applied Biology*, Vol. **147** Issue **2**, 145-152.
- GOERING H. Y VAN SOEST P. (1970). *Forage fiber analysis*. Ag. Handbok N°. 379. Washington DC ARS USDA.
- GONZÁLEZ G. (1993). El enfoque energético en las producción de hiera. *Pastos XXII* (**1**): 3-44.
- FERNÁNDEZ-LORENZO B. FLORES G. GONZÁLEZ-ARRÁEZ A. VALLADARES J. Y CASTRO P. (2007). Comparación de las rotaciones forrajeras guisante-triticale/maíz y raigrás italiano/maíz. *Los sistemas forrajeros: entre la producción y el paisaje*, pp 223-229. Vitoria-Gasteiz (Alava), España. Sociedad Española para el Estudio de los Pastos.
- HARFOOT C. (1981). Lipid metabolism in the rumen. Pages 21-55 in W. W. Christie, ed. *Lipid metabolism in ruminant animals*. Pergamon Press. Oxford, (UK).
- HAWKE J. (1973). Lipids. En: BUTLER G.W., BAILEY R.W. (eds) *Chemistry and Biochemistry of Herbage*, 213-263. Academic Press. London. (UK).
- JARRIGE R. GRENET E. DEMARQUILLY C. Y BESLE J. M. (1995). Les constituants de l'appareil végétatif des plantes fourragères. En: R. JARRIGE, Y. RUCKEBUSCH, C. DEMARQUILLY, M. H. FARCEN, AND M. JOURNET, (eds). *Nutrition des ruminants domestiques. Ingestion et digestion*, 21-81. INRA edition. Paris (Francia).
- KALAC P. Y SAMKOVÁ E. (2010). The effects of feeding various forages on fatty acid composition of bovine milk fat: A review. *Czech. J. Anim. Sci.*, **55**, (**12**), 521-537.
- KUIPER P. (1970). Lipids in alfalfa leaves in relation to cold hardiness. *Plant physiology*, **45**, 684-686.
- LÓPEZ F. RUÍZ-NOGUERA B. CONFALONE A. PIÑEIRO J. Y SAU, F. (2006). Productividad de la rotación anual raigrás-maíz en Galicia: evaluación durante cinco años en regadío y secano y bajo dos sistemas de siembra. *Pastos*, **36** (**2**), 193-216.
- LOUGH A. Y ANDERSON L. (1973). Effect of ensilage on the lipids of pasture grasses. *Proc. Nutr. Soc.*, **32**, 61A.
- MAROTO MOLINA F. GÓMEZ CABRERA A. GUERRERO GINEL J.E. GARRIDO VARO A. (2008). Propuesta para la homogenización de la información sobre alimentos: aplicación a la base de datos pastos españoles (SEEP). *Pastos*, **38** (**2**) 141-144.

- MARTÍNEZ A. DE LA ROZA B. MODROÑO S. Y ARGAMENTERÍA A. (2008). Producción y contenido en principios nutritivos de prados, praderas y de la rotación raigrás italiano-maíz en la rasa marítima centro-oriental de Asturias. *Pastos*, **38** (2), 187-224.
- MAYLAND H. MOLLOY L. Y COLLIE, T. (1976). Higher Fatty Acid Composition of Immature Forages as Affected by N Fertilization. *Agron. J.*, **68**, 979-982.
- McDONALD P. EDWARDS R. Y GREENHALGH, J. (1988). Lipids. En: *Animal nutrition*, 26-41. 4<sup>th</sup> ed. Longman Scientific and Technical. New York (EEUU).
- McMASTER G. Y WILHELM W. (1997). Growing degree-days: one equation, two interpretations. *Agricultural and Forest Meteorology*, **87**, 291-300.
- MORAND-FEHR, P. Y TRAN, G. (2001). La fraction lipidique des aliments et les corps gras utilisés en alimentation animale. *INRA Prod. Anim.*, **14**, 285-302.
- OYANARTE M. Y RODRÍGUEZ M. (1992). Programa integral de recomendación de abonado en praderas. *Actas de la XXXIII Reunión Científica de la S.E.E.P.*, Ciudad Real. 653-661.
- PALLADINO R. O'DONOVAN M. KENNEDY E. MURPHY J. BOLAND T. Y KENNY D. (2009). Fatty acid composition and nutritive value of twelve cultivars of perennial ryegrass. *Grass and Forage Science*, **64**, 219-226.
- RIVEROS E. Y ARGAMENTERIA A. (1987). Métodos enzimáticos de la predicción de la digestibilidad in vivo de la materia orgánica de forrajes. 1. Forrajes verdes. 2. Ensilados y pajas. *Avances en Producción Animal*, 12-49.
- SALCEDO G. (2011). Effects of the application of nitrogen on the fatty acid profile in coastal zone meadows in Cantabria (Spain) used for pasture. *Grassland Science in Europe*, **16**, 88-90.
- SPSS (2006). SPSS for Windows, version 15.0 Ed. SPSS Inc., Chicago (USA).
- WALKER G. DOYLE P. HJEARD J. Y FRANCIS S. (2004). Fatty acid composition of pastures. *Animal Production in Australia*, **25**, 192-195.
- WITKOWSKA I. WEVER C. GORT G. Y ELGERSMA A. (2008). Effects of nitrogen rate and regrowth interval on perennial ryegrass fatty acid content during the growing season. *Agronomy Journal*, **100**, 1371-1379.
- WYSS U. MOREL I. COLLOMB M. (2006). Fatty acid content of three grass/clover mixtures. *Grassland Science in Europe*, Vol. **11**, 348-350.
- YANG U. Y FUJITA H. (1997). Changes in grass lipid fractions and fatty acid composition attributed to hay making. *Grassl. Sci.*, **42**, 289-293.

## **YIELD, NUTRITIVE VALUE AND FATTY ACIDS IN *LOLIUM MULTIFLORUM* ALONE OR ASSOCIATED TO *TRIFOLIUM***

### **SUMMARY**

The aim of this work was to study nutritional characteristics, fatty acids profile and yield variations through the uninterrupted primary growth, from sowing, in the autumn, to spring, of *Lolium multiflorum* (cv. Agraco-812 and cv. Salam), grown as monocultures, and of the association of *Lolium multiflorum* (cv. Asterix) with various species of *Trifolium* (*T. incarnatum* cv. Trincat, *T. incarnatum* cv. Licherry, *T. resupinatum* cv. Laser, *T. michelianum* cv. Balansa), measured by cutting at six different dates (FC). Most of features studied were affected by FC and by the interaction FC\*Type of Forage. Forage type had a significant influence on estimated organic matter *in vivo* digestibility (DMOestndc) ( $P \leq 0.001$ ), crude protein (PB) ( $P \leq 0.05$ ) and crude fat (GB) ( $P \leq 0.01$ ). *Lolium* monocultures had, on average, a higher content on total fatty acids (AGs) ( $P \leq 0.01$ ),  $\alpha$ -linolenic ( $P \leq 0.001$ ) and polyunsaturated ( $P \leq 0.001$ ) acids than their mixtures with clover, at the cutting done 190 days after sowing, but their yield was 8.2% lower than the mixtures with clovers ( $P \leq 0.001$ ). Among all the acids and regardless of FC and type of forage,  $\alpha$ -linolenic and palmitic acids showed the highest content, with an average concentration of 17.7 and 3.7 g kg<sup>-1</sup> DM, respectively. For all forage types, the features more correlated to AGs were FADSINCEN ( $r = -0.39$ ,  $P \leq 0.01$ ), DMOestndc ( $r = -0.29$ ,  $P \leq 0.01$ ), N content ( $r = 0.49$ ,  $P \leq 0.01$ ), cutting date (FC) ( $r = -0.37$ ,  $P \leq 0.01$ ) and photosynthetically active radiation (PAR) ( $r = -0.51$ ,  $P \leq 0.01$ ). Particularly,  $\alpha$ -linolenic acid content was positively correlated with N content ( $r = 0.42$ ,  $P \leq 0.01$ ) and negatively with PAR ( $r = -0.27$ ;  $P \leq 0.01$ ).

**Key words:** Annual winter crops, Italian rygrass, clover, fatty acids.