



Muestra de forrajes (1.º corte, 18-3-2015)

## Producción y valor nutritivo de raigrases puros o asociados a raigrases y leguminosas

El objetivo de este trabajo se centra en comparar la producción y el valor nutritivo de una colección de raigrases tetraploides o diploides, en siembra pura o asociados a otros raigrases o leguminosas bajo dos sistemas de aprovechamiento (1 o 2 cortes), tomando como testigo las asociaciones guisante-triticale y veza-avena en condiciones de clima atlántico.

**Gregorio Salcedo Díaz**

CIFP La Granja, 39792 Heras (Cantabria)  
gregoriosalce@ono.com

### INTRODUCCIÓN

En la actualidad 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 indiscutible, y el raigrás italiano (*Lolium multiflorum* L.) asociado o no a leguminosas en invierno, aprovechado último uno o dos cortes en primavera para ensilado

(Fernández-Lorenzo *et al.*, 2007). El raigrás italiano es un forraje importante en la cornisa cantábrica, presenta un buen balance de carbohidratos solubles en agua y proteína (Flores *et al.*, 2013), contribuyendo a sincronizar los nutrientes del rumen (Edwards *et al.*, 2007), además de una elevada alta digestibilidad y palatabilidad.

A partir de un muestro enmarcado en el proyecto INIA-RTA201-00065-C05 del 2,76 % del total de explotaciones en la campaña 2013/2014, evidenció que el 54,4 % y el 48 % de las pratenses sembradas corresponden a raigrás italiano e inglés; concentrándose el 62,1 % y 55,7 % en las explotaciones de Galicia; le siguen Asturias, con el 54,2 % el raigrás italiano y el 57,3 % el raigrás inglés en el País Vasco (Flores *et al.*, 2017). En el polo opuesto se encuentra Cantabria, con el

7,4 %, y el 2,4 % para el italiano y el inglés, respectivamente. El porcentaje de explotaciones lecheras de la muestra que declaran sembrar cultivos forrajeros de invierno como el raigrás italiano es del 52 %, con máximos del 67,4 % en Asturias y mínimos de 2,0 % en el País Vasco. Mientras, otras forrajeras de invierno como los cereales lo hacen el 4,4, siendo Navarra con el 16,9 % el mayor porcentaje. La elevada productividad y el alto valor nutritivo del raigrás italiano son las causas de la gran aceptación por los productores de leche.

El sistema de aprovechamiento está limitado por las condiciones climáticas de primavera, las cuales impiden a veces realizar dos o tres cortes, siendo lo habitual efectuar uno solo para ensilado y en el estado de madurez espigado. Retrasar la fecha de corte lleva aparejados descensos significativos de 1,3 g de proteína bruta; 1,3 g y día de materia orgánica digestible y aumentos de 1,25 g la fibra neutro detergente desde el 1 de enero al 18 de abril (Salcedo, 2011). Sin embargo, la frecuencia y la intensidad de la defoliación pueden modificar la cantidad de forraje y su valor nutritivo (Motazedian y Sharrow, 1990; Sollenberger y Vanzant, 2011). Los trabajos de Solomon *et al.* (2017) señalan mayores tasas de crecimiento en raigrases tetraploides que en los diploides. Estos autores señalan que independientemente del número de cortes, las plantas con baja frecuencia de corte producen más forraje que las de cortes más frecuentes.

Las diferencias nutricionales entre raigrases tetraploides y diploides son de un menor contenido en materia seca, menor fibra neutro detergente (Wims *et al.*, 2012). La duplicación del número de cromosomas en las variedades tetraploides está asociada con el incremento de la pared celular (FND) y alta relación de contenido celular a pared celular, que tiene un efecto diluyente en la concentración de FND (Hageman *et al.*, 1993). Según Wims *et al.* (2012), los raigrases tetraploides contienen más proteína en estados de madurez vegetativos que los diploides. Según Nair (2004), el mayor contenido de carbohidratos solubles en agua de los raigrases tetraploides tiene su origen en el mayor contenido celular, asociado a su vez al superior porcentaje de proteína. La producción de materia seca de los te-



► LA ELEVADA PRODUCTIVIDAD Y EL ALTO VALOR NUTRITIVO DEL RAIGRÁS ITALIANO SON LAS CAUSAS DE SU GRAN ACEPTACIÓN POR PARTE DE LOS PRODUCTORES DE LECHE

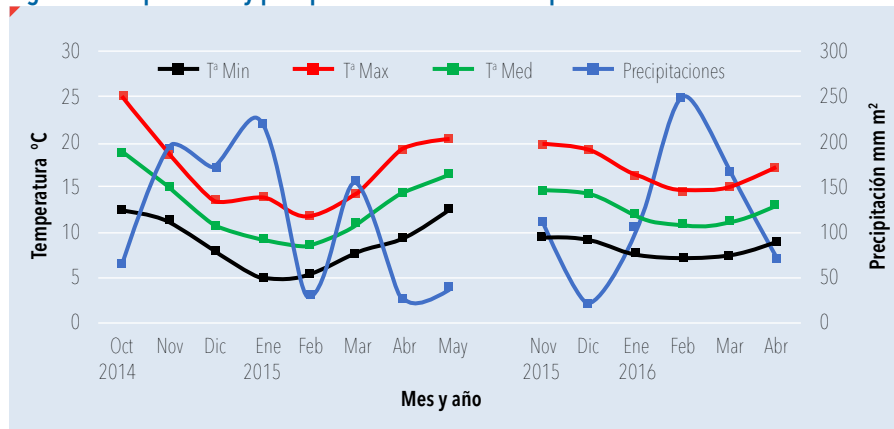
traploides es menor que los diploides (Balochi y López, 2009), posiblemente por el menor contenido de materia seca. Wims *et al.* (2012) en Irlanda y Balochi y López (2009) en Chile señalan mayor digestibilidad para las variedades de raigrás tetraploides.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Situación

El experimento fue desarrollado en la finca de prácticas del Centro Integrado de Formación Profesional La Granja, Heras, Cantabria (43° 24'N; 3° 45'W y a 5 m sobre el nivel del mar) durante los años 2015 y 2016. La textura del suelo donde se asienta el experimento corresponde según la clasificación USDA de francoarcillosa. El análisis del suelo del suelo a 20 cm de profundidad corresponde a un suelo ligeramente ácido (pH, 5,7); bajo en materia orgánica oxidable, 0,95 %; contenidos normales de N, 0,17 %; pobre en P asimilable (Bray), 6,59 ppm; Ca, 855 ppm; Mg, 94 ppm; K, 87 ppm y baja capacidad de intercambio catiónico, 16,3 mq 100 g suelo. Las temperaturas mínimas, máximas y pluviometría durante los dos años del experimento, proporcionadas por la Agencia Estatal de Meteorología de Cantabria, vienen representadas en la figura 1.

Figura 1. Temperaturas y precipitaciones durante el experimento



### Tratamientos y diseño experimental

Los tratamientos evaluados fueron trece forrajes (4 raigrases en monocultivo; 4 asociaciones de raigrases puros; 3 asociaciones de raigrases con leguminosas y 2 asociaciones de cereal-leguminosa) y dos sistemas de aprovechamiento (uno o dos cortes), definidos como (S1c y S2c), dispuestos en un diseño experimental de bloques completos, con tres repeticiones por tratamiento durante los años 2014-2015 y 2015-2016. La composición y características de los cultivares de raigrás puros y asociaciones, así como el porcentaje de cada uno de ellos incluido en mezcla, haploidía, tipo alternativo o no vienen indicados en la tabla 1.

### Operaciones de cultivo

La preparación del terreno consistió en dos pases de fresadora el 13 octubre de 2014 y uno de vertedera y fresadora el 10 de noviembre del 2015. La fertilización de fondo consistió en la aplicación de 42 t de purín de vacuno lechero equivalentes a 104-19-106 kg de N-P-K el año 2014 y 101-20-102 el año 2015. La siembra se realizó con sembradora a chorrillo a la dosis de

42 kg de semilla por hectárea para los raigrases puros y sus asociaciones, 100 y 60 kg la asociación guisante-triticale y 100 y 50 kg de veza-avena por hectárea los días 17 de octubre de 2014 y 13 noviembre de 2015 respectivamente. Las semillas fueron proporcionadas por Delagro. Posterior a la siembra, se pasó un rodillo *cultipacker* para nivelar el terreno y minimizar la posible contaminación por tierra del forraje en los muestreos. Los raigrases puros y asociaciones aprovechados en dos cortes recibieron otras tantas aplicaciones de fertilizante nitrogenado de cobertera (NAC del 27 % de N) los días 19 de diciembre de 2014 y 1 de abril de 2015 a razón de 10 kg N ha<sup>-1</sup> del primer año y 31 kg de N el 26 de febrero de 2016; mientras, los aprovechados a un corte recibieron 31 kg de N ha<sup>-1</sup> el 19 de noviembre de 2014 y 31 kg N el 26 de febrero de 2016, respectivamente. Las fechas de recolección fueron el 18 de marzo y el 6 de mayo de 2015 y el 25 de enero y el 18 de abril de 2016 para el sistema de dos aprovechamientos. La última fecha de cada año corresponde a los aprovechados en un solo corte. ►►

**Semillas**

**ASTURVERDE**

**Semillas forrajeras y pratenses  
Mezclas para jardín y campos deportivos**

**Ceceda - NAVA - ASTURIAS - Tfno: 985 70 40 17**

► LOS RAIGRASES ASOCIADOS A LEGUMINOSAS ANUALES MANIFESTARON UN ESTADO DE MADUREZ INFERIOR EN EL SEGUNDO CORTE DEL S2C Y SIMILAR A LAS SIEMBRAS PURAS EN EL SISTEMA DE UN SOLO CORTE

La superficie de la parcela experimental fue de 20 x 2,5 m y la útil (zona de muestreo) de 19 x 2 m. A su vez, cada parcela fue dividida en dos para realizar sobre ellas uno o dos aprovechamientos y segada con una barra guadañadora (BCS, tipo BF80/175) de 1 m de corte a 5 cm del suelo, anotándose el peso del forraje posteriormente. Antes de la siega se anotó el estado de madurez de los diferentes raigrases y asociaciones.

**Tabla 1. Composición y características de los cultivares puros y asociaciones**

| Nombre                      | Años | Raigrás, %                                                                                                                               | Leguminosas, %                                              | Haploidía | Alternativo |
|-----------------------------|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-----------|-------------|
| <i>Agraco</i>               | 1    | 100                                                                                                                                      |                                                             | T         | Sí          |
| <i>Salam</i>                | 2    | 100                                                                                                                                      |                                                             | T         | Sí          |
| <i>Itaka</i>                | 2    | 100                                                                                                                                      |                                                             | D         | Sí          |
| <i>Puigmal</i>              | 1    | 100                                                                                                                                      |                                                             | T         | Sí          |
| <i>M1</i>                   | 2    | 50 % <i>Salam</i> y 50 % <i>Itaka</i>                                                                                                    |                                                             | T-D       | Sí          |
| <i>M2</i>                   | 1    | <i>Barprisma</i> , 15 %                                                                                                                  |                                                             | D         | No          |
|                             |      | <i>Barelli</i> , 15 %                                                                                                                    |                                                             | D         | No          |
|                             |      | <i>Bartentro</i> , 50 %                                                                                                                  |                                                             | T         | Sí          |
|                             |      | <i>Barspectra</i> , 20 %                                                                                                                 |                                                             | D         | Sí          |
| <i>M3</i>                   | 2    | <i>Starter</i> , 72 %                                                                                                                    | <i>T. resopinatatum</i> , 2 %                               | T         | Sí          |
|                             |      | <i>Aramo</i> , 20 %                                                                                                                      | <i>T. incarnatum</i> , 8 %<br><i>T. migueliano</i> , 8 %    | D         | Sí          |
| <i>M4</i>                   | 2    | <i>Barcomet</i> , 15 %                                                                                                                   | <i>T. alejandrino</i> , 3 %                                 | D         | Sí          |
|                             |      | <i>Bartigra</i> , 10 %                                                                                                                   | <i>T. incarnatum</i> , 6 %<br><i>T. resopinatatum</i> , 1 % | T         | Sí          |
| <i>M5</i>                   | 2    | <i>R. inglés Romari</i> , 31,3 %<br><i>R. inglés Indiana</i> , 25 %<br><i>R. híbrido Lampar</i> , 25 %                                   |                                                             | D         |             |
| <i>M6</i>                   | 2    | <i>Festulolium</i> tipo <i>Festuca</i> , 31,3 %<br><i>Festulolium</i> tipo <i>Raigrás</i> , 21 %<br><i>Raigrás inglés</i> , Tardío, 21 % | <i>T. blanco Ladino</i> , 13 %                              |           |             |
| <i>M7</i>                   | 2    | <i>Raigrás híbrido Lampar</i> , 28 %                                                                                                     |                                                             | T         | No          |
|                             |      | <i>Raigrás italiano Danergo</i> , 36 %<br><i>Raigrás italiano Fox</i> , 36 %<br><i>R. híbrido</i> , 24,9 %                               |                                                             | D         | No          |
| <i>M8</i>                   | 2    | <i>R. híbrido Lampar</i> , 31,3 %                                                                                                        | <i>T. rojo Karin</i> , 12,5 %                               | T         | No          |
|                             |      | <i>Raigrás italiano Danergo</i> , 31,3 %<br><i>Raigrás italiano Fox</i> , 31,3 %                                                         |                                                             | D         | No          |
| <i>Guisante * Triticale</i> | 2    | (Montreset - Forrimax) - Seconzal                                                                                                        |                                                             |           |             |
| <i>Veza * avena</i>         | 2    | (Jose - Gravesa) - Previsión                                                                                                             |                                                             |           |             |

T: tetraploide; D: diploide

**DLF**  
INTERNATIONAL SEEDS  
SEEDS & SCIENCE



“Las mezclas que combinan semillas pratenses, leguminosas y cereales forrajeros en función de las necesidades del agricultor”

**SIEGA<sup>Max</sup>**

LA COMBINACIÓN PERFECTA DE LA ELECCIÓN DE LOS MEJORES RAIGRÁS A NIVEL MUNDIAL

**HIBRID<sup>Max</sup>**

LA CALIDAD Y LA PRODUCCIÓN ESTÁN ASEGURADAS

**SIEGA<sup>Max</sup>-pro**

LA COMBINACIÓN IDEAL DE RAIGRÁS CON TRÉBOLES ANUALES DE ACTITUD FORRAGERA

**SIEGA<sup>Max</sup>-pro alternativa**

LA CALIDAD HECHA FÓRMULA

**TREBOL<sup>Max</sup>**

LA MEZCLA DE TRÉBOL POR EXCELENCIA

**TRITI<sup>Max</sup>**

LA MÁXIMA PRODUCCIÓN SIN DESCUIDAR LA CALIDAD NUTRITIVA

**PASTO<sup>Max</sup>**

LA PRADERA DE LARGA DURACIÓN PARA SIEGA Y PASTOREO

► EL MAYOR RENDIMIENTO DE PROTEÍNA ENTRE GRUPOS CORRESPONDIÓ AL CULTIVAR SALAM EN LOS PUROS Y A LA MD EN LAS ASOCIACIONES

Dentro de cada parcela se tomaron alícuotas de aproximadamente 1.000 g de forraje, de los cuales 100 g sirvieron para determinar la materia seca en estufa a 60 °C durante 48 horas y predecir la biomasa por hectárea. El resto fue secado igualmente, molido a 1 mm con un molino Retsch y conservado en contenedores de plástico herméticos de 250 ml para su posterior análisis de principios nutritivos.

#### Determinaciones analíticas de los forrajes

El análisis de principios nutritivos se llevó a cabo en el Laboratorio de Nutrición Animal del CIFP La Granja. Estos consistieron 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 Kjeltec™ 2300 de TECATOR; la fibra neutro detergente (FND) y su digestibilidad neutro detergente-celulosa de la materia orgánica (DenzMondc) según Riveros y Agamentaría (1987), estimándose la digestibilidad *in vivo* de la materia orgánica (DMOestndc).

#### Análisis estadístico

Los efectos de la variedad y sistema de aprovechamiento sobre la producción y composición química de los raigrases y mezclas fueron evaluados mediante un análisis de varianza utilizando el programa estadístico SPSS 15.0. ►►

## SEMILLAS GRAOS

### Cultivos alternativos GRAOS, semilla certificada de CEREALES y LEGUMINOSAS

CEREALES; TRITICALE, AVENA, CEBADA, CENTENO. LEGUMINOSAS (ANUALES-PLURIANUALES); VEZA, TITARRO, GUISANTE, ALFALFA, ESPARCETA...

Consulte a nuestro departamento técnico sobre las diferentes mezclas que se pueden aplicar en función de las necesidades de cada suelo.



► NUESTROS RESULTADOS NO CONFIRMAN UNA MAYOR TASA DE CRECIMIENTO EN LOS TETRAPLOIDES RESPECTO DE LOS DIPLOIDES Y SE OBTUVIERON TASAS MEDIAS DE 31,1 Y 31,8 KG, RESPECTIVAMENTE

## RESULTADOS

El establecimiento de los raigrases fue satisfactorio, sin problemas de enfermedades en las siembras puras de raigrás, mezcla de raigrases o asociado a leguminosas anuales, excepto la avena, que sufrió un ligero ataque de roya en los dos años. El encamado fue muy bajo en todos los forrajes para el sistema de dos cortes y ligero en el sistema dos cortes. El retraso de la semilla ocasionó la diferencia en la siembra de 27 días entre años, circunstancia que favoreció diferencias en las fechas de aprovechamiento.

### 1. Estados de madurez entre forrajes

La tabla 2 señala los estados de madurez de los raigrases y sus asociaciones al momento de la recolección. Los raigrases más precoces en las condiciones del experimento fueron *Itaka*, *Agraco* y *Salam*. Los estados de madurez del raigrás en siembra pura y sus asociaciones al momento del aprovechamiento en el sistema dos cortes (S2c) fueron los de hojoso en el primero y desde el hojoso hasta el espigado en el segundo. Mientras, el sistema de un aprovechamiento de un corte (S1c) los estados de madurez variaron desde el espigado al inicio de la floración. El inicio de la floración parece más marcado en las asociaciones de *M1* y *M2* que en las siembras puras de *Salam* e *Itaka*; mientras, los estados de madurez en *M5* y *M6* están menos desarrollados, posiblemente debido al raigrás inglés. Los raigrases asociados a leguminosas anuales manifestaron un estado de madurez inferior en el segundo corte del S2c y similar a las siembras puras en el sistema de un solo corte.

**Tabla 2. Estados de madurez al momento del aprovechamiento**

|                             | Sistema dos aprovechamientos (S2c) |                                     | Sistema un aprovechamiento (S1c) |
|-----------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|
|                             | Primero (d <sub>1</sub> )          | Segundo (d <sub>2</sub> )           | (d <sub>3</sub> )                |
| <i>Agraco</i>               | Hojoso                             | Espigado, 50 %                      | Espigado, 100 %                  |
| <i>Salam</i>                | Hojoso                             | Espigado, 10 %                      | Espigado, 80 %                   |
| <i>Itaka</i>                | Hojoso                             | Espigado, 80 %                      | Espigado, 100 %                  |
| <i>Puigmal</i>              |                                    |                                     | Entalado                         |
| <i>M1</i>                   | Hojoso                             | Espigado, 60 %                      | Inicio floración, 20 %           |
| <i>M2</i>                   | Hojoso                             | Entallado                           | Inicio floración, 60 %           |
| <i>M3</i>                   | Hojoso                             | Espigado, 10 % (G)<br>Floración (L) | Espigado, 100 %                  |
| <i>M4</i>                   | Hojoso                             | Entalado (G)<br>Floración (L)       | Espigado, 100 %                  |
| <i>M5</i>                   | Hojoso                             | Hojoso                              | Espigado, 30 %                   |
| <i>M6</i>                   | Hojoso                             | Hojoso                              | Espigado, 60 %                   |
| <i>M7</i>                   | Hojoso                             | Inicio espigado (G)                 | Espigado, 60 %                   |
| <i>M8</i>                   | Hojoso                             | Inicio espigado (G)                 | Espigado, 60 %                   |
| <i>Guisante * Triticale</i> | Hojoso                             | Inicio floración (G)                | Inicio espigado (G)              |
| <i>Veza * Avena</i>         | Hojoso                             | Inicio espigado (G)                 | Hoja bandera (G)                 |

S2c: (d<sub>1</sub>: días desde la siembra el primer corte, 152); S2c: (d<sub>2</sub>: días desde el primer corte al segundo, 48)

S1c: [d<sub>3</sub>: días desde la siembra al primer corte (200 el primer año y 156 el segundo)]

**Tabla 3. Producción de biomasa y nutrientes para uno o dos aprovechamientos**

|                | MS, kg ha <sup>-1</sup> |              | PB, kg ha <sup>-1</sup> |              | MOD, kg ha <sup>-1</sup> |              |
|----------------|-------------------------|--------------|-------------------------|--------------|--------------------------|--------------|
|                | S1c                     | S2c          | S1c                     | S2c          | S1c                      | S2c          |
| <i>Agraco</i>  | 7.811                   | 6.065        | 602                     | 880          | 4.666                    | 3.941        |
| <i>Salam</i>   | 5.055                   | 5.789        | 620                     | 1.012        | 3.124                    | 3.759        |
| <i>Itaka</i>   | 5.693                   | 4.957        | 573                     | 1.001        | 2.964                    | 4.147        |
| <i>Puigmal</i> | 4.475                   | -            | 675                     | -            | 2.674                    | -            |
| <i>M1</i>      | 6.631                   | 6.794        | 991                     | 1.309        | 3.974                    | 4.411        |
| <i>M2</i>      | 9.160                   | 11.100       | 802                     | 1.801        | 5.329                    | 6.852        |
| <i>M3</i>      | 6.623                   | 7.961        | 872                     | 1.439        | 3.991                    | 5.332        |
| <i>M4</i>      | 8.045                   | 7.172        | 806                     | 1.322        | 4.761                    | 6.532        |
| <i>M5</i>      | 5.384                   | 8.344        | 643                     | 1.171        | 3.131                    | 5.076        |
| <i>M6</i>      | 7.666                   | 9.018        | 813                     | 1.176        | 4.414                    | 5.668        |
| <i>M7</i>      | 5.362                   | 6.560        | 600                     | 971          | 3.163                    | 4.264        |
| <i>M8</i>      | 5.178                   | 6.197        | 599                     | 973          | 3.031                    | 3.992        |
| <i>G*T</i>     | 6.399                   | -            | 868                     | -            | 3.722                    | -            |
| <i>V*A</i>     | 7.913                   | -            | 922                     | -            | 4.247                    | -            |
| <b>Medias</b>  | <b>6.870</b>            | <b>6.941</b> | <b>718</b>              | <b>1.201</b> | <b>4.041</b>             | <b>4.622</b> |
| F              | ***                     |              | ***                     |              | **                       |              |
| C              | ns                      |              | ***                     |              | ***                      |              |
| F*C            | ns                      |              | ns                      |              | ns                       |              |
| d.m.s.: F      | 689                     |              | 238                     |              | 1.192                    |              |
| d.m.s.: C      | -                       |              | 178                     |              | 870                      |              |
| d.m.s.: F*C    | -                       |              | -                       |              | -                        |              |

1C: un corte; 2C: dos cortes; F: forraje; C: corte; G\*T: guisantes \* triticale; V\*A: veza \*avena

d.m.s.: diferencia mínima significativa

### 2. Producción de biomasa, nutrientes y composición química entre forrajes y sistema de producción

La tabla 3 muestra las producciones de materia seca (kg MS ha<sup>-1</sup>), proteína

bruta (kg PB ha<sup>-1</sup>) y la materia orgánica digestible (kg MOD ha<sup>-1</sup>) para cada variedad, mezclas de raigrás en siembra pura o con leguminosas y la asociación cereales y leguminosas. ►►

**Tabla 4. Composición química y contenido en energía de los diferentes forrajes para uno o dos aprovechamientos**

| Sistema<br>Aprovechamiento | MS, %       |             |             | PB, %       |             |             | FND, %      |             |             | MOD, %      |             |             | EM, MJ kg <sup>-1</sup> MS |            |            |
|----------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|----------------------------|------------|------------|
|                            | S2c         |             | S1c         | S2c         |             | S1c         | S2c         |             | S1c         | S2c         |             | S1c         | S2c                        |            | S1c        |
|                            | S2-1c       | S2-2c       |             | S2-1c       | S2-2c       |             | S2-1c       | S2-2c       |             | S2-1c       | S2-2c       |             | S2-1c                      | S2-2c      |            |
| <i>Agraco</i>              | 10,6        | 17,0        | 21,4        | 24,1        | 11,7        | 7,7         | 38,9        | 51,2        | 56,8        | 70,3        | 63,4        | 59,7        | 11,2                       | 10,1       | 9,6        |
| <i>Salam</i>               | 11,1        | 14,7        | 20,4        | 23,2        | 11,9        | 8,2         | 42,8        | 49,6        | 54,7        | 66,6        | 62,0        | 60,9        | 10,7                       | 9,9        | 9,7        |
| <i>Itaka</i>               | 12,3        | 19,7        | 21,7        | 19,3        | 11,8        | 8,38        | 42,2        | 50,5        | 59,0        | 67,2        | 62,3        | 57,9        | 10,8                       | 10,0       | 9,3        |
| <i>M1</i>                  | 9,64        | 15,6        | 21,5        | 22,0        | 13,7        | 10,1        | 42,5        | 49,7        | 58,0        | 66,5        | 61,6        | 58,7        | 10,6                       | 9,9        | 9,4        |
| <i>M2</i>                  | -           | -           | 11,6        | -           | -           | 15,2        | -           | -           | 53,0        | -           | -           | 59,7        | -                          | -          | 9,6        |
| <i>M3</i>                  | 8,4         | 15,5        | 19,7        | 26,8        | 12,6        | 8,7         | 36,2        | 51,9        | 61,7        | 71,7        | 58,5        | 58,1        | 11,5                       | 9,4        | 9,3        |
| <i>M4</i>                  | 12,3        | 13,3        | 19,8        | 19,3        | 13,6        | 11,6        | 44,1        | 47,5        | 56,8        | 66,7        | 61,9        | 59,9        | 10,7                       | 9,9        | 9,6        |
| <i>M5</i>                  | 9,33        | 13,5        | 20,5        | 26,2        | 12,8        | 10,0        | 38,7        | 50,1        | 59,1        | 70,3        | 60,9        | 59,2        | 11,2                       | 9,7        | 9,5        |
| <i>M6</i>                  | 11,4        | 14,4        | 17,8        | 20          | 12,9        | 10,6        | 43,3        | 51,4        | 58,8        | 64,9        | 59,9        | 57,5        | 10,4                       | 9,6        | 9,2        |
| <i>M7</i>                  | 10,2        | 15          | 16,2        | 24,1        | 12,2        | 10,6        | 38,5        | 51,4        | 58,8        | 70,9        | 62,2        | 57,6        | 11,3                       | 10,0       | 9,2        |
| <i>M8</i>                  | 12,1        | 14,1        | 19,6        | 18,3        | 11,3        | 8,6         | 45,1        | 51,5        | 58,4        | 65,1        | 61,6        | 58,6        | 10,4                       | 9,9        | 9,4        |
| <i>M1</i>                  | 13,2        | 14,8        | 17,6        | 19,8        | 12,7        | 9,7         | 44,6        | 51,2        | 55,2        | 65,2        | 61,3        | 58,1        | 10,4                       | 9,8        | 9,3        |
| <i>G*T</i>                 | -           | -           | 18,8        | -           | -           | 15,3        | -           | -           | 58,2        | -           | -           | 58,8        | -                          | -          | 9,4        |
| <i>V*A</i>                 | -           | -           | 20,2        | -           | -           | 12,3        | -           | -           | 63,3        | -           | -           | 55,7        | -                          | -          | 8,9        |
| <b>Medias</b>              | <b>11,3</b> | <b>15,2</b> | <b>19,6</b> | <b>21,1</b> | <b>12,5</b> | <b>10,6</b> | <b>42,9</b> | <b>50,6</b> | <b>58,7</b> | <b>66,7</b> | <b>61,4</b> | <b>58,4</b> | <b>10,6</b>                | <b>9,8</b> | <b>9,3</b> |
| Forrajes                   | 0,001       |             |             | 0,001       |             |             | 0,001       |             |             | 0,001       |             |             | 0,001                      |            |            |
| Cortes                     | 0,001       |             |             | 0,001       |             |             | 0,001       |             |             | 0,001       |             |             | 0,001                      |            |            |
| F x C                      | 0,001       |             |             | ns          |             |             | ns          |             |             | ns          |             |             | ns                         |            |            |
| d.m.s.: F                  | 2           |             |             | 3,5         |             |             | 4,1         |             |             | 3,5         |             |             | 0,5                        |            |            |
| d.m.s.: C                  | 2,1         |             |             | 3,7         |             |             | 4,7         |             |             | 3,6         |             |             | 5,8                        |            |            |
| d.m.s.: F*C                | 3,4         |             |             | 5,9         |             |             | 7,6         |             |             | 5,8         |             |             | 0,9                        |            |            |

**S1c:** un aprovechamiento; **S2c:** dos aprovechamientos; **S2-1c:** 1.º corte sistema **S2c**; **S2-2c:** 2.º corte sistema **S2c**; **F:** forraje; **C:** corte; **G\*T:** guisante \* triticale; **V\*A:** veza \* avena; **d.m.s.:** diferencia mínima significativa

#### ► SUSTITUIR PARTE DEL RAIGRÁS POR LEGUMINOSAS NO MEJORÓ LAS PRODUCCIONES DE MATERIA SECA, PROTEÍNA Y MATERIA ORGÁNICA DIGESTIBLE

En general y para cada forraje se observaron diferencias significativas en los rendimientos de MS y PB por hectárea ( $P < 0,001$ ) y ( $P < 0,01$ ) y la materia orgánica digestible. La producción media de materia seca para el conjunto de forrajes fue de 6.870 kg MS ha<sup>-1</sup>, mínimos de 4.475 kg en *Puigmol* (raigrás puro) y máximos de 9.160 kg en la mezcla *M2* (asociación de raigrases) para el sistema de un corte (S1c) y de 6.941 kg ha<sup>-1</sup> en el sistema dos cortes (S2c), con mínimos de 4.957 kg en *Itaka* y máximos de 11.100 kg en la mezcla *M2*. Entre S1c y S2c no se observaron diferencias significativas para la materia seca por hectárea (tabla 3) y sí ( $P < 0,001$ ) la PB y MOD, incrementando la PB un 40,2 % y 12,5 % la MOD en S2c respecto al sistema un solo corte.

Los rendimientos de MS y PB aquí obtenidos para el sistema S1c (tabla 3) fueron similares a 7.499 y 605 kg ha<sup>-1</sup> señalados en Galicia por Flores *et al.* (2013), pero menor la materia orgánica digestible, debido al menor porcentaje de MOD en el presente trabajo de 58,4 % (tabla 4) y 76,8 % señalado por aquellos autores. En aquel trabajo, el 83,3 % de los raigrases cultivados eran tetraploides de mayor digestibilidad que los diploides (Wims *et al.*, 2012).

La producción de materia seca para un solo aprovechamiento de la variedad *Agraco* en este experimento fue superior a la obtenida por Salcedo (2011) de 5.165 kg ha<sup>-1</sup>, imputable a fecha de recolección diferentes. Por el contrario, los rendimientos de la variedad *Salam* fueron similares entre aquel experimento (5.248 kg MS ha<sup>-1</sup>) y el presente (tabla 3).

Las concentraciones de materia seca fueron diferentes entre forrajes, corte y la interacción forraje x corte (tabla 4). En general, la materia seca fue inferior en el sistema dos cortes (S2c) respecto al sistema un corte (S1c) [tabla 4], con valores medios de 11,3±2,1 % y 15,2±1,8 % el primer (S2-1c) y segundo aprovechamiento (S2-2c) del sistema S2c y 19,6±2,7 % el sistema uno solo. Los porcentajes de materia seca aquí obtenidos fueron similares a 19,3 %, señalado por Flores *et al.* (2013). ►

La composición química fue estadísticamente diferente entre forrajes, cortes y su interacción (tabla 4). En general, los forrajes del primer aprovechamiento (S2-1c) del sistema dos cortes (S2c) presentaron las mayores concentraciones de PB 21,1 % $\pm$ 4,9 % (26,8 a 18,3 %); MOD 66,7 % $\pm$ 5,1 % (70,9 a 64,9 %); EM 10,6 $\pm$ 0,81 MJ kg<sup>-1</sup> MS la EM (11,7 a 10,4 MJ) y FND inferior 42,9 % $\pm$ 6,3 % (45,1 a 36,2 %). Desde el primer aprovechamiento del sistema un corte (S2-1c) al segundo (S2-2c) las concentraciones de PB, MOD y EM disminuyeron un 40,7 %, 7,9 % y 7,5 % para el conjunto de forrajes; por el contrario, la FND aumentó un 19,7 %. Dentro del sistema S2c y para el primer aprovechamiento, la mezcla M2 fue el forraje de mayor contenido en PB, MOD, EM y menor la FND, sin diferencias relevantes entre forrajes del segundo aprovechamiento.

Las concentraciones de PB, FND y MOD de los diferentes forrajes del presente experimento respecto a otro realizado en Galicia por Flores *et al.* (2013), quienes implicaron cuatro raigrases italianos tetraploides y dos híbridos (uno tetraploide y otro diploide) se observan incrementos del 14,1 % la PB, 6,3 % la FND y descensos del 23,9 % la FND.



Detalle del estado de madurez de los raigrases (18-4-2016)

### 3. Producción de biomasa, nutrientes y composición química de raigrases puros en monocultivo vs. mezcla de raigrases puros

Los raigrases fueron agrupados en monocultivos puros (**Rp**): *Agraco*, *Salam*, *Itaka* y *Puigmall* y las asociaciones de raigrases (**Ar**): M1, M2, M5 y M7. Las producciones medias de materia seca (kg MS ha<sup>-1</sup>), proteína bruta (kg PB ha<sup>-1</sup>) y materia orgánica digestible (kg MOD ha<sup>-1</sup>) de ambos grupos vienen señaladas en la tabla 5. Tanto **Rp** como en **Ar** se observaron diferencias significativas en los

Tabla 5. Producción y composición química de raigrases puros o asociados a otros raigrases para uno o dos aprovechamientos

| Raigrás  | Sistema | kg MS ha <sup>-1</sup> | kg PB ha <sup>-1</sup> | kg MOD ha <sup>-1</sup> |
|----------|---------|------------------------|------------------------|-------------------------|
| Rp       | S1c     | 5.664                  | 610                    | 3.266                   |
|          | S2c     | 5.604                  | 965                    | 3.949                   |
| Ar       | S1c     | 6.273                  | 753                    | 3.695                   |
|          | S2c     | 8.197                  | 1.313                  | 5.151                   |
| sd       |         | 2.143                  | 359                    | 1.293                   |
| Forrajes |         | 0,001                  | 0,001                  | 0,01                    |
| Sistema  |         | ns                     | 0,001                  | 0,001                   |
| F*S      |         | ns                     | ns                     | ns                      |

|          | Sistema/Corte | MS    | PB    | FND   | MOD   | EM    |
|----------|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Rp       | S2-1c         | 11,5  | 20,7  | 43,7  | 66,2  | 10,6  |
|          | S2-2c         | 17,1  | 11,8  | 50,4  | 62,6  | 10,0  |
|          | S1c           | 21,1  | 8,1   | 56,8  | 59,5  | 9,5   |
| Ar       | S2-1c         | 10,6  | 21,1  | 42,5  | 66,4  | 10,2  |
|          | S2-2c         | 14,9  | 12,7  | 51,1  | 60,4  | 10,6  |
|          | S1c           | 19,6  | 9,45  | 59,2  | 58,2  | 9,6   |
| sd       |               | 4,3   | 6,5   | 7,7   | 4,8   | 0,78  |
| Forrajes |               | 0,001 | ns    | ns    | ns    | ns    |
| Sistema  |               | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0,001 |
| F*S      |               | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    |

S1c: un corte; S2c: dos cortes; S2-1c: 1.º corte sistema S2c; S2-2c: 2.º corte sistema S2c; Rp: raigrases puros, Ar: asociación de raigrases; sd: desviación estándar

rendimientos de MS y PB (P<0,001) y (P<0,01) la MOD. El grupo de las asociaciones de raigrases fueron un 19 % más productivos que los puros un 19 % en materia seca equivalente a 1.353 kg ha<sup>-1</sup>; 23,4 % la proteína bruta (224 kg ha<sup>-1</sup>) y un 17,5 % (740 kg ha<sup>-1</sup>) la materia orgánica digestible. Entre los puros, el cultivar *Agraco* fue el de mayor producción de materia seca, tanto para los sistemas S1c como en S2c y, la mezcla M1 en **Ar** (Tabla 3). El mayor rendimiento de proteína entre grupos correspondió al cultivar *Salam* en los puros y la M2 en las asociaciones. Este último evidenció mayor rendimiento de MOD en los dos sistemas de aprovechamiento, mientras que *Agraco* lo hizo en S1c e *Itaka* en S2c para los raigrases puros.

Comparando los resultados de los raigrases puros *Agraco* y *Salam* respecto a los obtenidos por Salcedo (2011) en las mismas condiciones edafoclimáticas, se observa mayor de biomasa en el presente experimento que en aquel, equivalente a 1.404 kg MS; -247 kg PB y +996 kg MOD por hectárea, imputable al mayor número de días de cultivo en el presente trabajo.

Independientemente de si los raigrases se cultivan puros o asociados, la

producción de materia seca en el sistema de dos cortes (S2c) no fue estadísticamente diferente, pero sí (P<0,001) la proteína bruta y la materia orgánica digestible (tabla 5). A nivel de conjunto MS, PB y MOD fue un 15,3 %; 40,8 % y 24,4 % superior en el sistema dos cortes respecto a un corte.

Las diferencias en el contenido de materia seca entre **Rp** y **Ar** fue significativa a nivel de forraje y sistema (tabla 5). Tanto en los raigrases puros como en las asociaciones de raigrases y para el sistema S2c, el primer aprovechamiento (S2-1c) presentó una menor proporción, con valores próximos al 11 %, incrementándose hasta un 16 % en el segundo corte (S2-2c) y el 20,3 % en el sistema S1c. Entre forrajes, las asociaciones de raigrás presentaron el menor porcentaje de materia seca (15,09 %) frente a 16,6 % los raigrases puros.

Los contenidos de proteína bruta y materia orgánica digestible disminuyeron entre aprovechamientos, registrándose el menor en el sistema S1c, sin diferencias entre raigrases puros o asociaciones de raigrás. A nivel de conjunto de forrajes, la proteína bruta fue un 6,2 % superior en las asociaciones (14 % vs. 13,5 %), sin diferencias la MOD y FND. ►►

► A NIVEL DE CONJUNTO DE FORRAJES, LA PROTEÍNA BRUTA FUE DEL 6,2 % SUPERIOR EN LAS ASOCIACIONES, SIN DIFERENCIAS LA MOD Y FND

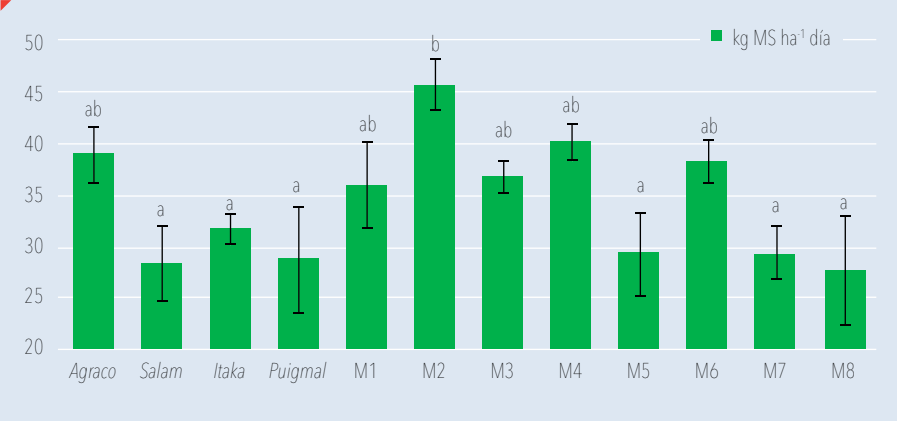
4. Producción de biomasa, nutrientes y composición química entre raigrases en monocultivo diploides y tetraploides

Se comparan cuatro raigrases en siembra pura según su ploidía, tres tetraploides (*Agraco*, *Salam* y *Puigmal*) y un diploide (*Itaka*). Las producciones de materia seca (MS), proteína bruta (PB) y materia orgánica digestible (MOD) no fueron diferentes entre tetraploides y diploides (tabla 6). Pese a la ausencia de diferencias estadísticas, sí lo fueron numéricas, con aumentos porcentuales del 5,5 % la MS, 3,7 % la PB y 6,5 % la MOD en los tetraploides. Autores como Balochi y López (2009) señalan menor producción de biomasa en los tetraploides, posiblemente debido a su menor contenido de materia seca. Contrario a las observaciones de Salomon *et al.* (2017), nuestros resultados no confirman una mayor tasa de crecimiento (kg MS ha<sup>-1</sup> día) en los tetraploides respecto a los diploides, obteniéndose tasas medias de 31,1 y 31,8 kg respectivamente (figura 2).

El sistema de aprovechamiento S2c no fue estadísticamente diferente sobre los rendimientos de materia seca y sí (P<0,001) la PB (P<0,001) y P<0,05 la MOD respecto al sistema S1c. Estas diferencias fueron del 36,7 % para la PB y 21 % la MOD y EM a favor del segundo corte, e independientemente de la ploidía de los cultivares.

La concentración de materia seca para S1c y S2c (S2-1c y S2-2c) en este trabajo fue siempre inferior en los tetraploides (tabla 6), con reducciones del 10 % para S1c. Estos resultados están de acuerdo con lo señalado por Wims *et al.* (2012), quienes señalaron inferiores contenidos de materia seca. ►►

Figura 2. Tasa de crecimiento diario entre forrajes para un solo corte desde la fecha de siembra (las barras corresponden al error típico)



Detalle del raigrás italiano “cv. Salam”



Toma de muestras (18-4-2016)

Tabla 6. Producción y composición química de raigrases según su ploidía para uno o dos aprovechamientos

| Raigrás      | Sistema       | kg MS ha <sup>1</sup> | kg PB ha <sup>1</sup> | kg MOD ha <sup>1</sup> |       |       |
|--------------|---------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|-------|-------|
| Tetraploides | S1c           | 5.649                 | 630                   | 3.431                  |       |       |
|              | S2c           | 5.927                 | 946                   | 3.850                  |       |       |
| Diploides    | S1c           | 5.693                 | 573                   | 2.964                  |       |       |
|              | S2c           | 4.957                 | 1.001                 | 4.147                  |       |       |
| sd           |               | 1.427                 | 253                   | 906                    |       |       |
| Ploidía      |               | ns                    | ns                    | ns                     |       |       |
| Sistema      |               | ns                    | 0,001                 | 0,05                   |       |       |
| P*S          |               | ns                    | ns                    | ns                     |       |       |
|              | Sistema/Corte | MS                    | PB                    | FND                    | MOD   | EM    |
| Tetraploides | S2-1c         | 11,1                  | 21,4                  | 44,4                   | 65,8  | 10,5  |
|              | S2-2c         | 15,9                  | 11,8                  | 50,4                   | 62,7  | 10,0  |
|              | S1c           | 20,9                  | 7,9                   | 55,7                   | 60,3  | 9,6   |
| Diploides    | S2-1c         | 12,3                  | 19,2                  | 42,2                   | 67,1  | 10,7  |
|              | S2-2c         | 19,7                  | 11,8                  | 50,5                   | 62,3  | 9,9   |
|              | S1c           | 21,7                  | 8,3                   | 59,0                   | 57,9  | 9,2   |
| sd           |               | 4,5                   | 5,8                   | 7,1                    | 4,4   | 0,70  |
| Ploidía      |               | 0,001                 | ns                    | ns                     | ns    | ns    |
| Sistema      |               | 0,001                 | 0,001                 | 0,001                  | 0,001 | 0,001 |
| P*S          |               | ns                    | ns                    | ns                     | ns    | ns    |

S1c: un corte; S2c: dos cortes; S2-1c: 1.º corte sistema S2c; S2-2c: 2.º corte sistema S2c; P\*S: interacción ploidía\*sistema; sd: desviación estándar

► LA CONCENTRACIÓN DE MATERIA SECA PARA S1C E S2C (S2-1C E S2-2C) EN ESTE TRABAJO FUE SIEMPRE INFERIOR EN LOS TETRAPLOIDES

La composición química de los raigrases no fue diferente para la PB, MOD y EM (tabla 6) según su ploidía y sí ( $P<0,001$ ) respecto al sistema de aprovechamiento. A nivel de conjunto e independientemente del aprovechamiento, la proteína fue numéricamente mayor un 6,3 % en los tetraploides, con diferencias entre cortes y no a nivel de ploidía. El superior contenido de proteína en los tetraploides puede estar asociado a una mayor concentración de carbohidratos solubles en agua (Nair, 2004). La fibra neutro detergente solo fue menor en el sistema S1c. La duplicación del número de cromosomas en las variedades tetraploides está asociada a un incremento de la pared celular (FND) y alta relación de contenido celular a pared celular, que ejerce un efecto diluyente en la concentración de FND (Hageman *et al.*, 1993). La digestibilidad de la materia orgánica solo fue diferente entre sistemas de aprovechamiento y no entre tetraploides y diploides, aunque sí numéricas. Autores como Wims *et al.* (2012) en Irlanda y Balochi y López (2009) en Chile señalan una mayor digestibilidad en los tetraploides que en los diploides.

## 5. Producción de biomasa, nutrientes y composición química de asociaciones de raigrases puros o con leguminosas

Este epígrafe compara cuatro mezclas de raigrases puros "M1, M2, M5 y M6" y cuatro con leguminosas "M3, M4, M7 y M8" señaladas en la tabla 1. El porcentaje de leguminosas varía desde el 10 % en la mezcla M4 hasta el 18 % en M3.

**Tabla 7. Producción y composición química de la mezcla de raigrases puros o asociados a leguminosas para uno o dos aprovechamientos**

| Raigrás                 | Sistema       | kg MS ha <sup>-1</sup> | kg PB ha <sup>-1</sup> | kg MOD ha <sup>-1</sup> |       |       |
|-------------------------|---------------|------------------------|------------------------|-------------------------|-------|-------|
| Puros                   | S1c           | 6.273                  | 753                    | 3.695                   |       |       |
|                         | S2c           | 8.197                  | 1.313                  | 5.151                   |       |       |
| Asociados a leguminosas | S1c           | 6.552                  | 760                    | 3.870                   |       |       |
|                         | S2c           | 7.587                  | 1.227                  | 4.911                   |       |       |
| sd                      |               | 2.173                  | 353                    | 1.329                   |       |       |
| Puros o con legum.      |               | ns                     | ns                     | ns                      |       |       |
| Sistema                 |               | 0,001                  | 0,001                  | 0,001                   |       |       |
| L*S                     |               | ns                     | ns                     | ns                      |       |       |
|                         | Sistema/Corte | MS                     | PB                     | FND                     | MOD   | EM    |
| Puros                   | S2-1c         | 10,6                   | 21,1                   | 42,5                    | 66,4  | 10,6  |
|                         | S2-2c         | 14,9                   | 12,7                   | 51,1                    | 60,4  | 9,6   |
|                         | S1c           | 19,7                   | 9,5                    | 59,2                    | 58,2  | 9,3   |
| Asociados a leguminosas | S2-1c         | 11,8                   | 21,4                   | 42,4                    | 67,5  | 10,8  |
|                         | S2-2c         | 14,1                   | 12,8                   | 50,3                    | 61,6  | 9,8   |
|                         | S1c           | 18,5                   | 10,5                   | 57,5                    | 58,7  | 9,3   |
| sd                      |               | 3,8                    | 6,0                    | 8,0                     | 5,2   | 0,8   |
| Puros o con legum.      |               | ns                     | ns                     | ns                      | ns    | ns    |
| Sistema                 |               | 0,001                  | 0,001                  | 0,001                   | 0,001 | 0,001 |
| L*S                     |               | 0,05                   | ns                     | ns                      | ns    | ns    |

S1c: un corte; S2c: dos cortes; S2-1c: 1.º corte sistema S2c; S2-2c: 2.º corte sistema S2c; L\*S: interacción raigrás puros o con leguminosas a diario; sd: desviación estándar

Las producciones de materia seca, proteína bruta, materia orgánica digestible y energía metabolizable por hectárea no difieren entre mezclas con o sin leguminosas. Los rendimientos medios fueron de 6.973-6.966 kg MS; 956-947 kg PB y 4.224-4.286 kg MOD para las mezclas de raigrases puros o con leguminosas, respectivamente. Las diferencias observadas fueron a nivel de sistema de aprovechamiento en todos los nutrientes ( $P<0,001$ ), mayores con dos cortes (tabla 7), con incrementos medios del 18,8 % la MS; 40,4 % la PB y 24,9 % la MOD. Por el contrario, la interacción asociación de raigrases puros o con leguminosas por el sistema de aprovechamiento no fue estadísticamente diferente (tabla 7).

La producción de proteína bruta para la asociación raigrás con leguminosas fue un 24,9 % inferior respecto a la obtenida por Salcedo (2011) con las mezclas M3, imputable a un 25,2 % más de leguminosas en las mezclas, forraje menos maduro (la gramínea se encontraba al 15 % del espigado vs. 87 % en el presente experimento). Estas circunstancias favorecieron una merma de 962 kg de materia seca y 608 kg de materia orgánica digestible por hectárea.

La composición química de las asociaciones de raigrases puros o asociados a leguminosas figura en la tabla 7. De la misma se desprende que es el sistema de aprovechamiento y no la inclusión de leguminosas en la mezcla lo que más afecta a la composición química de los forrajes ( $P<0,001$ ). En la asociación raigrases puros o asociados a leguminosas y para el sistema S1c, solamente se observaron diferencias significativas a nivel de fibra neutro detergente ( $P<0,05$ ), con porcentajes del 59,2 % en los primeros y del 57,5 % los segundos. Sin embargo, los contenidos de materia seca del conjunto de raigrases asociados a leguminosas disminuyeron numéricamente un 20 %, incrementándose un 9,5 % la proteína bruta y un 0,85 % la materia orgánica digestible. ►►

## 6. Producción de biomasa, nutrientes y composición química de raigrases puros, asociados a otros raigrases, asociados a leguminosas y gramíneas con leguminosas para uno o dos cortes

Las producciones de materia seca, proteína bruta y materia orgánica digestible por hectárea de cuatro grupos de forrajes de invierno [raigrases puros (**Rp**), asociados a otros raigrases (**Aor**), asociados a leguminosas (**Alg**) y las mezclas de cereales de invierno con leguminosas (guisante x triticale, **G-T** y veza x avena, **V-A**)] para el sistema de aprovechamiento de un solo corte (S1c) vienen representadas en la figura 3 y en la figura 4 para el sistema de dos cortes (S2c). Tomando como referencia los valores medios de G-T y V-A ( $7.010 \text{ kg MS ha}^{-1}$ ) no se observaron diferencias significativas respecto al conjunto de mezclas (figura 3), pero sí numéricas, equivalentes a  $-19,7 \%$  ( $1.381 \text{ kg MS ha}^{-1}$ ) para los raigrases puros (**Rp**);  $-10,5 \%$  ( $736 \text{ kg MS}$ ) respecto a **Aor**;  $-6,6 \%$  ( $457 \text{ kg MS}$ ) con **Alg**, en todos los casos sin diferencias significativas. Del mismo modo, la producción de proteína bruta fue inferior en **Rp**  $-32,6 \%$  ( $291 \text{ kg}$ );  $-15,1 \%$  ( $142 \text{ kg}$ ) con **Aor**;  $-15,1 \%$  ( $135 \text{ kg}$ ) respecto a **Alg**; todas las mezclas mostraron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) excepto en las asociaciones de raigrases puros o asociados a leguminosas. La MOD fue numéricamente superior en las asociaciones de G-T y V-A un  $18,4 \%$  ( $733 \text{ kg}$ ) en **Rp**;  $7,3 \%$  ( $290 \text{ kg}$ ) con **Aor** y  $2,9 \%$  ( $115 \text{ kg}$ ) respecto a la asociación con leguminosas.

Las producciones de la asociación G-T y V-A en el sistema de un aprovechamiento (S1c) fueron nuevamente superiores respecto a la de los raigrases puros en el sistema dos cortes (S2c). Por el contrario, los rendimientos para la materia seca, proteína y materia orgánica digestible disminuyen un  $17-46,7-29,2 \%$  ( $1.188-418-1.166 \text{ kg}$ ) respecto a **Aor** y  $8,2-37-23,2 \%$  ( $578-332-926 \text{ kg}$ ) en **Alg** (figura 4).

Figura 3. Comparación de cuatro forrajes (raigrases puros, asociados a otros raigrases, raigrases con leguminosas y cereales con leguminosas) y un solo corte

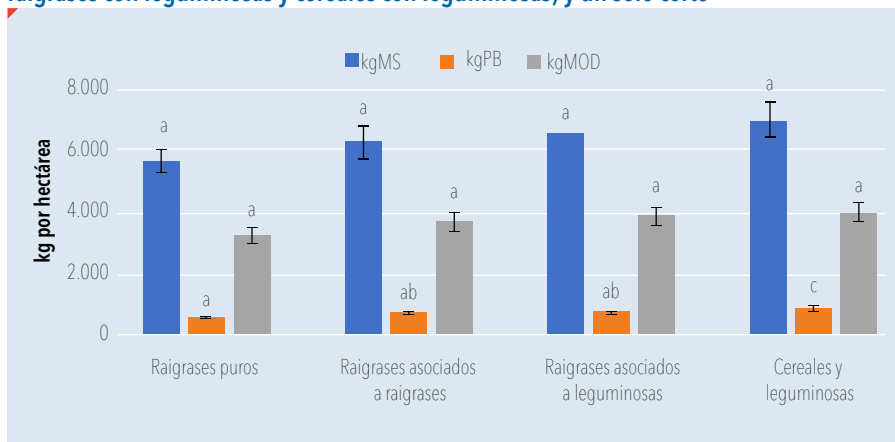


Figura 4. Comparación de cuatro forrajes (raigrases puros, asociados a otros raigrases, raigrases con leguminosas y cereales con leguminosas) y dos cortes

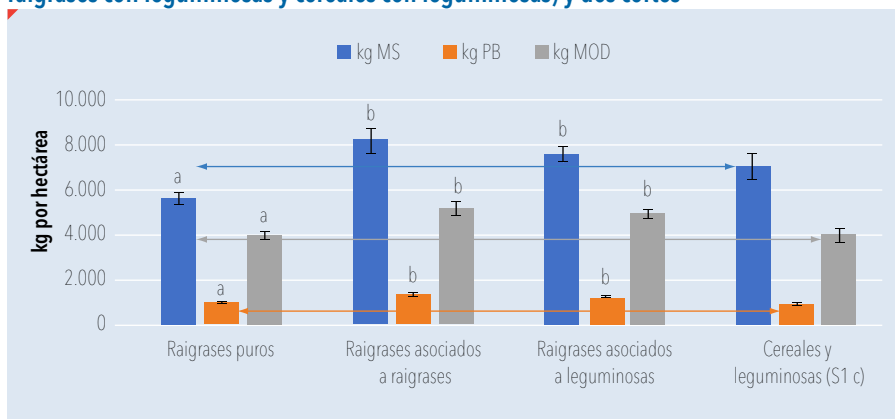
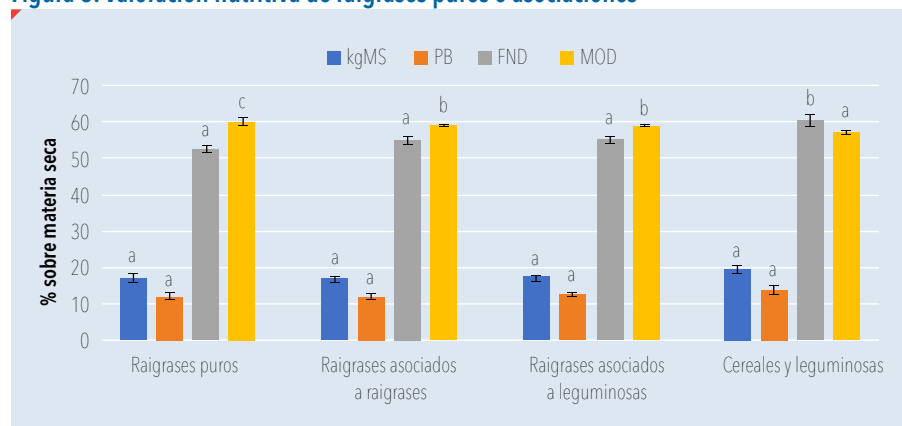


Figura 5. Valoración nutritiva de raigrases puros o asociaciones



Las concentraciones de materia seca y el valor nutritivo de los diferentes forrajes vienen representados en la figura 5. La menor concentración de materia seca se registró en los raigrases puros (**Rp**), sin diferencias las asociaciones de raigrases (**Aor**) y la asociación de cereales y leguminosas (**G-T** y **V-A**) y la menor en las asociaciones de raigrases y leguminosas (**Alg**). La mayor concentración de proteína entre forrajes se registró en **G-T** y **V-A** ( $P<0,05$ ), porcentajes medios del 13,8 %, posiblemente debido al 33,3 % de leguminosa en la mezcla. La menor proteína de 8,11 % en **Rp**; e intermedios y estadísticamente diferentes **Aor** y **Alg** de 9,54 % y 10,5 % respectivamente. La fibra neutro detergente (FND) osciló desde 56,8 % en **Rp** a 60,7 % en **G-T** y **V-A**.

Las asociaciones **Alg** y **G-T** y **V-A** fueron similares y sin diferencias significativas (figura 3), mientras **Aor** resulta el segundo forraje de mayor contenido en fibra neutro detergente ( $P<0,05$ ). Las concentraciones de materia orgánica digestible (MOD) son similares entre forrajes, aunque diferentes (figura 5). La mayor MOD se localizó en **Rp** ( $59,5\pm1,4$  %), **Alg** ( $58,7\pm1,5$  %), **Aor** ( $58,2\pm0,52$  %) y, en último lugar, **G-T** y **V-A** ( $57,3\pm2,3$  %).

## CONCLUSIONES

- En general, las variedades de raigrás puras y sus asociaciones estudiadas evidencian una alta producción de forraje y valor nutritivo, sobre todo en el primer aprovechamiento.
- Los raigrases en monocultivo fueron menos productivos que las asociaciones con otros raigrases, destacando la mezcla M2 en estas últimas.
- Desde un punto de vista productivo, no se observaron diferencias entre raigrases puros tetraploides y diploides, pero sí menor concentración de materia seca en los diploides sin diferencias en los contenidos de proteína bruta, fibra neutro detergente y materia orgánica digestible.
- Sustituir parte del raigrás por leguminosas no mejoró las producciones de materia seca, proteína y materia orgánica digestible.
- La práctica de dos aprovechamientos (uno en marzo y otro a finales de abril) resultó más productiva, manteniendo la calidad nutritiva del forraje más uniforme, sin perjuicio de la posterior fecha de siembra del maíz.

## AGRADECIMIENTOS

El autor agradece a la Cooperativa Delagro la cesión de las semillas, sin cuya ayuda no hubiese sido posible realizar este experimento. Igualmente, envía un agradecimiento muy especial a Elías Célis Sánchez. ■

## BIBLIOGRAFÍA

- Balocchi, O.A., López, I.F. 2009. Herbage production, nutritive value and grazing preference of diploid and tetraploid perennial ryegrass cultivars (*Lolium perenne* L.). Chilean J. Agric. Res. 69:331-339.
- 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. Actas de la XLVII R.C. de la S.E.E.P. Vitoria-Gasteiz (Alava), 223-229.
- Flores, G., Díaz N., Valladares, J., Fernández-Lorenzo, B., González-Arráez, A., Bande, M.J., Pereira, S., Resch, C., Rodríguez-Diz, X., Piñeiro, J. 2011. Leguminosas anuales en asociación con raigrás italiano como cultivo invernal nas rotaciones forrajeras intensivas das explotaciones de leite de Galiza. Afriga, 94, 86-98.
- Flores-Calvete, G., Díaz, N., Díaz, D., Valladares, J., Pereira-Crespo, S., Fernández-Lorenzo, B., Resch, C., Rodríguez-Diz, X., Piñeiro, J. 2013. Evaluación de cultivares de raigrás italiano e híbrido como cultivo de invierno para ensilar en primavera. Pastos. N° 43(1): 20-34.
- Flores-Calvete G., Martínez-Fernández A., Doltra J., García-Rodríguez A. y Eguiño-Ancho P. (2017). Informe estructura y sistemas de alimentación de las explotaciones lecheras de Galicia, Cornisa Cantábrica y Navarra, 52 pág.
- Hageman, I.W., Lantinga, E.A., Schlegers, H. and Neuteboom, J.H. 1994. Herbage intake, digestibility characteristics and milk production of a diploid and two tetraploid cultivars of perennial ryegrass. Proceedings of 17th International Grassland Congress, Palmerston, New Zealand, pp. 459-460.
- Motazedian, I., Sharrow, S. H. 1990. Defoliation frequency and intensity effects on pasture forage quality. Journal of Range Management, 43, 198-201.
- Nair, R.N. 2004. Developing tetraploid perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) populations. New Zealand Journal of Agricultural Research, 47:1, 45-49.
- Salcedo, G. 2011. Producción, contenido en principios nutritivos y composición en ácidos grasos del cultivo de *Lolium multiflorum* solo o asociado a *Trifolium*. Pastos, 41 (2): 191-209.
- Sollenberger, L. E., Vanzant, E. S. 2011. Interrelationships among forage nutritive value and quantity and individual animal performance. Crop Science, 51, 420-432.
- Solomon, J.K.Q., Macoon, B., Lang, D.J. 2017. Harvest management based on leaf stage of a tetraploid vs. a diploid cultivar of annual ryegrass. Grass Forage Sci., 72:743-756.
- SPSS 2006. SPSS for Windows, version 15.0 Ed. SPSS Inc., Chicago (USA).
- Wims, C.M., McEvoy, M., Delaby, T.M., Boland, T.M., Donovan, M.O. 2012. Effect of perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) cultivars on the milk yield of grazing dairy cows. Animal 7: 1-12.