



## PRODUTIVIDADE E COMPOSICIÓN QUÍMICA DO SORGO E DO XIRASOL CULTIVADOS PARA ENSILAR EN TERREOS CON E SEN REGA DA GALICIA INTERIOR

Descríbimos os resultados dun ensaio realizado no verán de 2016 en condicións experimentais no que se utilizaron tres variedades de sorgo e outras tantas de xirasol, sementadas como cultivo de verán nunha rotación de dous cultivos por ano en terreos de sequeiro e en regadío e recollidas nun corte único para ensilar na zona interior de Galicia.

A. Botana <sup>1</sup>, A. Sáinz <sup>1,3</sup>, S. Pereira-Crespo <sup>2</sup>, J. Valladares <sup>1</sup>, M. Veiga <sup>1</sup>, C. Resch <sup>1</sup>, F. J. Canabal <sup>1</sup> e G. Flores-Calvete <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centro de Investigacións Agrarias de Mabegondo (CIAM)

<sup>2</sup> Laboratorio Interprofesional Galego de Análise do Leite (LIGAL)

<sup>3</sup> Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales (ICAR). Universidad Autónoma del Estado de México

### RESUMO

Preséntase unha síntese dos resultados obtidos nun ensaio realizado no verán de 2016, durante o cal se avaliou o comportamento produtivo e a composición química de tres variedades de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) e tres variedades de xirasol (*Helianthus annuus* L.) en condicións de cultivo en sequeiro e en regadío, na zona sur da provincia de Lugo.

As variedades ensaiadas dentro de cada especie eran de diferente tipo e precocidade. Das variedades de sorgo, unha era forraxeira de ciclo medio (PR849F) e dúas eran de gran,

de ciclo curto (Ascoli) e medio (Alfa). Das variedades de xirasol, unha era forraxeira de ciclo medio (Rumbosol-91) e dúas de aceite, unha de ciclo medio (Shakira) e outra de ciclo algo máis curto (P63LL104). Os cultivos foron sementados nunha época tardía, ben entrado o mes de xuño, e a rega realizouse mediante aspersión, entre os meses de xullo e setembro, cunha frecuencia de dous días por semana e un acumulado total de 200 mm, sendo a precipitación total no devandito período de 75 mm. A colleita das diferentes variedades realizouse no mesmo estado fenolóxico, no estado de gran pastoso no caso do sorgo e catro semanas tras a floración para o caso do xirasol. Os resultados obtidos mostraron que a rega, en comparación co cultivo en sequeiro, incrementou de media un 96 % a produción por hectárea de materia seca (MS) para o sorgo (10,8 *vs.* 5,5 t MS/ha), sendo este incremento dun 67 % para o xirasol (9,7 *vs.* 5,8 t MS/ha).

A dispoñibilidade de auga modificou a composición nutricional de ambas as especies. As plantas de sorgo cultivadas en sequeiro mostraron unha menor porcentaxe de inflorescencia (panícula) na MS total, menor dixestibilidade, menor contido en amidón e maior contido en fibra comparado coas irrigadas. No caso do xirasol, o comportamento foi á inversa, mostrando as plantas non regadas unha maior porcentaxe de inflorescencia (capítulo) na materia seca total, maior dixestibilidade e menor contido en fibra, comparado coas cultivadas en regadío. Para ambas as especies, as variedades de ciclo curto foron as menos produtivas en todos os casos. As variedades forraxeiras de ambas as especies tiveron de media un rendemento por hectárea superior comparado co das variedades de gran no caso do sorgo ou co das de aceite no caso do xirasol. Os resultados do ensaio permiten concluír que: a) aínda sendo cultivos tolerantes á falta de humidade, a dispoñibilidade de auga afecta fortemente ao rendemento do cultivo de sorgo e de xirasol e modifica a composición nutricional de ambas as especies, b) existen marcadas diferenzas en canto ao comportamento produtivo entre variedades dentro de cada especie, c) son preferibles as variedades forraxeiras ás de gran no caso do sorgo e ás de aceite no caso do xirasol, d) a resposta en relación á variación de rendemento e de composición nutricional coa dispoñibilidade de auga é relativamente uniforme entre as distintas variedades de cada especie, e



e) dada a duración do cultivo do sorgo, non son adecuadas as sementeiras tardías e o aconsellable é non superar a última semana de maio para esta especie. >>

## O CULTIVO DO MILLO PROTAGONIZOU O PROCESO DE INTENSIFICACIÓN FORRAXEIRA DAS EXPLOTACIÓNS LEITEIRAS GALEGAS DESDE MEDIADOS DOS ANOS 80 DO PASADO SÉCULO ATA A ACTUALIDADE

### INTRODUCCIÓN

O cultivo do millo protagonizou o proceso de intensificación forraxeira das explotacións leiteiras galegas desde mediados dos anos 80 do pasado século ata a actualidade. Ante a reducida dispoñibilidade de terra para ampliar a base territorial, moitas explotacións recorreron á ampliación da superficie de cultivo do millo para reducir a dependencia de alimentos do exterior. En gran medida este cultivo foi o protagonista do incremento continuado da produción de leite de vaca en Galicia. Segundo os resultados dunha recente enquisa realizada no CIAM dentro do proxecto INIA RTA2012-00065-C05-02 sobre unha mostra de 313 explotacións leiteiras galegas, na campaña 2013-2014 aproximadamente dúas de cada tres explotacións leiteiras galegas cultivaron millo forraxeiro nunha superficie total de 67,000 ha (Fernández-Lorenzo *et al.*, 2016). Comparando esta cifra cos datos proporcionados polo Anuario de Estatística do Ministerio de Agricultura, Alimentación e Medio Ambiente (MAGRAMA, 2015) nas explotacións leiteiras galegas sementaríase o 63 % da superficie total de España (107.000 ha) deste cultivo. Os datos da enquisa permiten estimar, así mesmo, que aproximadamente o 70 % do leite galego se produce en explotacións onde o millo ensilado constitúe a base forraxeira da ración diaria consumida polas vacas en lactación. A alta produtividade, o elevado valor enerxético e a facilidade para ensilar correctamente son razóns que explican a importancia crecente do cultivo de millo forraxeiro nas explotacións leiteiras, sendo utilizado as máis das veces en rotacións intensivas de dous cultivos por ano con raigrás italiano como cultivo de inverno. Este sistema, non obstante, non está exento de riscos e de dificultades derivadas do cultivo en solos inadecuados para o millo pola súa excesiva pendente e/ou pouca profundidade e, sobre todo, por razóns climáticas, nas que a realización de sementeiros tardíos e a incidencia da seca estival, especialmente severa en zonas do interior, en terreos con escasa capacidade de retención de auga, limita a produtividade do millo forraxeiro.

O cultivo de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) podería ser unha alternativa ao millo forraxeiro, nas devanditas condicións, asegurando a obtención de forraxe. Na actualidade o aproveitamento de sorgo para forraxe é pouco frecuente en España, sementándose menos de 3.000 ha con esta especie, fronte a máis dun millón de ha en total sementadas con cultivos forraxeiros. Practicamente descoñecido en Galicia, non figura nas estatísticas oficiais de cultivos para esta comunidade (MAGRAMA, 2015).

O sorgo é un cultivo de verán que presenta tolerancia a condicións de escaseza de auga e de nutrientes, atribuída principalmente a que posúe un sistema radicular con elevada profundidade (Farré e Faci, 2006). É máis exixente en temperatura ca o millo, xa que cesa o seu crecemento por debaixo dos 10 °C e, se ben necesita un solo adecuadamente dotado de humidade para a xerminación e as primeiras etapas do seu crecemento, posteriormente o seu potente sistema radicular lle permite extraer auga da reserva útil do solo de forma máis eficiente que no caso do millo (Mangado e Azpilicueta, 2010). Por outra banda, a capacidade produtiva e valor nutricional do sorgo son menores ca as do millo, tendo aquel unha menor dixestibilidade, menor porcentaxe de gran, maior contido en cinzas e un nivel proteico semellante ao do millo (Grant e Stock, 1994, FEDNA 2016).

Existen variedades de sorgo, polo xeral híbridos, para o seu aproveitamento mediante ensilado nun só corte e poden utilizarse tamén con este propósito algunhas variedades de gran. Non existe información bibliográfica acerca do cultivo do sorgo en Galicia, alén da xerada nalgúns ensaios preliminares realizados nos últimos anos no CIAM. Así, en secaños húmidos da finca do CIAM en Mabegondo con sementeiros tardíos, Resch *et al.* (2013) observaron rendementos en torno a 8 toneladas de materia seca (MS) por hectárea para variedades de gran e de dobre propósito recollidas nun só corte para ensilar cos grans en estado pastoso, sendo indicado este estado como o momento óptimo para ensilar. Ensaos anteriores realizados en Mabegondo (Piñeiro e colaboradores, 2010, resultados non publicados) con 18 variedades das especies de sorgo (*S. bicolor*), de pasto do Sudán (*S. sudanense* (Piper) Stapf) e híbridos de *S. bicolor* x *S. sudanense* en Mabegondo, atopan valores medios de rendimento de 10,5 t MS/ha para o sorgo, de 10,0 t MS/ha para os híbridos de sorgo x pasto do Sudán e de 7,0 t MS/ha para o pasto do Sudán.

Os autores recomendan o cultivo das variedades aptas para ensilar con preferencia ás puramente forraxeiras de aproveitamento mixto en verde e ensilado recollidas en varios cortes por axustarse mellor aos sistemas de aprovisionamento forraxeiro das explotacións de vacún de leite.

Os datos oficiais das superficies de cultivo (MAGRAMA, 2015) indican que o terceiro cultivo en extensión sementado en España é o xirasol (*Helianthus annuus* L.), con 783.000 ha, por detrás da cebada e do trigo. O aproveitamento deste cultivo é para industria na práctica totalidade e non existe información desagregada do seu uso como planta forraxeira, o que mostra a comparativamente baixa importancia que ten este aproveitamento con relación ao uso industrial. A maioría das variedades utilizadas para ensilar proceden de variedades oleíferas para extracción de aceite, pero tamén pode ser unha opción para a produción de forraxe. A pesar de que nas estatísticas oficiais non aparece constancia da súa utilización en Galicia, non últimos anos houbo certo interese e iniciativas para probar o seu cultivo durante o verán orientado ao seu aproveitamento como ensilado. »»

## A REALIZACIÓN DE SEMENTEIRAS TARDÍAS E A INCIDENCIA DA SECA ESTIVAL, ESPECIALMENTE SEVERA EN ZONAS DO INTERIOR, EN TERREOS CON ESCASA CAPACIDADE DE RETENCIÓN DE AUGA, LIMITA A PRODUTIVIDADE DO MILLO FORRAXEIRO

Trátase dunha planta que ofrece unha serie de características que o sitúan como un candidato potencial a ser alternativa ao millo forraxeiro en circunstancias concretas, como pode ser en terreos menos produtivos e en zonas do interior de Galicia, nas que a escaseza de auga é unha limitación, debido ao seu ciclo máis curto, ás menores exixencias en canto á fertilidade do solo e á tolerancia dunha moderada falta de humidade pola capacidade de explorar a maior profundidade os horizontes do solo, debido ao seu potente sistema radicular, vantaxes ás que hai que contraponer o seu menor rendemento e valor nutricional comparado co millo forraxeiro (Pereira-Crespo *et al.*, 2014).

A partir de ensaios previos realizados na finca de Mabegondo con variedades híbridas de aceite, Flores-Calvete *et al.* (2014) indicaron que, comparado co millo forraxeiro, o xirasol cultivado para ensilar en terras de sequeiros húmidos atlánticos producía entre o 50 e o 70 % de materia seca por hectárea e o seu valor nutricional presentaba un menor contido en materia seca e materia orgánica e un maior contido en proteína e lignocelulosa. Os mesmos autores, nun ensaio posterior onde se comparaba o comportamento dunha variedade de aceite e a primeira variedade de xirasol forraxeiro rexistrada en España, sitúan o momento óptimo de colleita ao redor da 4.<sup>a</sup> semana tras a floración (Flores-Calvete *et al.*, 2016) e indican o bo comportamento produtivo da variedade forraxeira, cun rendemento medio de 8,5 t MS/ha e 9,2 % de proteína bruta para esta variedade.

A aplicación das normas do chamado “reverdecemento” que condicionan o pagamento dunha substancial parte das primas da PAC ao cumprimento de determinadas normas, entre elas a diversificación de cultivos, para unha boa porcentaxe de explotacións de vacún, estimulou a demanda de información acerca do rendemento e do valor nutritivo doutros cultivos de verán alternativos ao millo forraxeiro. Actualmente non existe información suficiente acerca do comportamento produtivo e valor nutricional do sorgo e do xirasol cultivados para ensilar nas zonas límite para o cultivo do millo. Tampouco existe información do efecto que a falta de auga, comparada co cultivo en regadío, pode causar sobre os parámetros de rendemento e de valor nutricional do sorgo e do xirasol, cando se cultivan en sementeiras tardías en zonas situadas no interior de Galicia.



### A REALIZACIÓN DO ENSAIO

**Localización.** O ensaio realizouse durante o período comprendido entre finais de xuño e principios de novembro de 2016, na Estación Experimental do Centro de Investigacións Agrarias de Mabegondo (CIAM) na Pobra do Brollón (Lugo), situada no interior de Galicia, nunha zona de clima continental a 385 m de altitude, de invernos fríos e veráns cálidos e secos, con solos de textura franco limosa, baixa acidez e valores medios de fósforo e potasa. O balance hídrico do ano medio para a zona de ensaio que sinala un déficit de auga moderada nos meses de xullo, agosto e setembro, cunhas necesidades totais calculadas para a rega por aspersión de 213 mm.

**Varietades.** As variedades de sorgo avaliadas foron dúas de gran, Ascoli (AS) de ciclo curto e Alfa (AL) de ciclo medio e unha forraxeira, PR849F (PR) tamén de ciclo medio, todas elas híbridas. As variedades forraxeiras de sorgo adoitan ser máis altas, máis foliáceas e de ciclo algo máis longo ca as de gran. As variedades de xirasol foron tres híbridos comerciais: un forraxeiro, Rumbosol 91 (R91), de ciclo medio-longo e dúas de aceite, E-Shakira (SHA), de ciclo medio e P63LL104 (P63) de ciclo curto.

**Labores preparatorios, fertilización e sementeira.** O ensaio realizouse en rotación cun cultivo invernal, en dúas parcelas de aproximadamente 4.000 m<sup>2</sup> cada unha, unha das cales era a zona regada e a outra a non regada. Dentro de cada unha delas, a metade da superficie destinouse ao cultivo de sorgo e a outra metade ao de xirasol, nun deseño de bloques completamente aleatorizados. O laboreo consistiu no alzado do chan con arado de vertedeira seguido dun pase de grade rotativa vertical, aplicando posteriormente unha fertilización de 80 kg de N, 80 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 80 kg de K<sub>2</sub>O por hectárea. A sementeira realizouse do 22 ao 23 de xuño de 2016 cunha sementadora de precisión, sementando 8 liñas de cultivo de 15 m de longo en cada parcela elemental, axustada a unha densidade teórica de 150.000 plantas/ha para o sorgo e 80.000 plantas/ha para o xirasol. Realizouse un tratamento herbicida en posemerxencia precoz con WING-P (Dimetenamida-p 21,25 % + Pendimetalina 25 %), a unha dose de 4 L/ha para o sorgo e con Challenge (Aclonifen 60 %), a dose de 2,75 L/ha para o xirasol. »»



**Rega.** Na área correspondente, a rega realizouse por aspersión durante os meses de xullo a setembro, cunha frecuencia de dúas veces á semana, recibindo unha pluviometría total de 200 mm, cantidade suficiente para cubrir as necesidades de humidade do cultivo. A outra metade non recibiu ningunha achega hídrica durante o ensaio.

**Colleita.** Foi realizada de forma manual, cortando 4 tramos de 3 m nas liñas centrais de cada parcela elemental. O corte realizouse no mesmo estado fenolóxico para todas as variedades de cada especie. Para o sorgo, este momento foi cando os grans da panícula alcanzaron o estado pastoso duro na parte superior e de leitoso a pastoso na parte inferior (estado 83-85 da escala BBCH de Meier, 2001). Para o xirasol, o momento elixido foi 4 semanas tras a floración, sendo tomado o momento de floración de cada variedade no estado R5.5 da escala de Schneiter e Miller (1981) equivalente ao estado 63-65 da escala BBCH. En función da diferente precocidade das variedades, a colleita do sorgo tivo lugar entre o 4 de outubro e o 2 de novembro, e a do xirasol entre o 20 e o 27 de setembro.

**Procesado e análise das mostras.** O total de plantas cortadas en cada momento dividiuse en dúas partes, unha destinada ao picado e posterior mostraxe da planta enteira (PE) e a outra, á separación manual da inflorescencia (panícula no caso do sorgo e capítulo no caso do xirasol) e da parte vexetativa constituída polo talo e polas follas. As plantas enteiras e as fraccións foron pesadas, picadas e mostreadas por separado. Tras determinarse o contido en materia seca en estufa (80 °C durante 16 h), a mostra foi moída a 1 mm en muíño de martelos. A composición nutricional das mostras estimouse mediante espectroscopía de reflectancia no infravermello próximo (NIRS), utilizando as calibracións desenvolvidas no CIAM. Na actualidade non se dispón de calibracións NIRS para o valor enerxético da planta de sorgo. A fin de ter unha aproximación ao rendemento de enerxía neta por hectárea das distintas variedades, utilizouse a expresión  $UFL/kg\ MS = 1,43 - 0,0205 \times FAD$  (% MS) obtida a partir dos valores que figuran nas táboas INRA 2007.

**A análise estatística.** Realizouse mediante análise de varianza (ANOVA), por separado para ambas as especies, considerando a dispoñibilidade de auga (regadío *vs.* sequeiro) e a variedade como factores fixos e a repetición como factor aleatorio. A comparación de medias levouse a cabo a través do test HSD de Tukey, usando o procedemento PROC GLM de SAS (SAS Institute, 2009).

## OS RESULTADOS

Na táboa 1 móstrase a temperatura media e a precipitación acumulada mensual no período de xullo a outubro, comparada cos valores medios de 40 anos para a zona. Como pode observarse, o cultivo realizouse en condicións de temperatura semellantes á media, pero cunha pluviometría acumulada que non chegou ao 30 % dos valores normais; por tanto, foi un verán máis seco do habitual. Durante o desenvolvemento do cultivo non se observaron problemas de encamado, malas herbas, pragas e enfermidades nin ataques de paxaros, aínda que apareceron algunhas plantas de sorgo e de xirasol deitadas por efecto do fozado do xabaril e non se apreciou que os animais se alimentasen da forraxe caída.

**Táboa 1. Valores de temperatura media e precipitación acumulada mensual na Pobra do Brollón en 2016 e medias para a zona**

|                      |      | Xullo | Agosto | Setembro | Outubro | Período ensaio |
|----------------------|------|-------|--------|----------|---------|----------------|
| Temperatura media °C | 2016 | 21,2  | 21,0   | 18,3     | 13,7    | 18,6           |
| Media                |      | 20,7  | 20,6   | 18,3     | 14,1    | 18,4           |
| Precipitación mm     | 2016 | 2,0   | 13,2   | 33,0     | 26,8    | 75,0           |
| Media                |      | 40,9  | 32,2   | 64,7     | 117,9   | 255,7          |

## Sorgo

O intervalo sementeira-colleita foi de 103 días para a variedade máis precoz (Ascoli), de 124 para Alfa e de 132 para a forraxeira PR849F, con datas de colleita do 4 de outubro, o 25 de outubro e o 2 de novembro. A colleita do cultivo en datas avanzadas para as variedades máis tardías presenta un maior risco de atopar complicacións na entrada ao terreo coa maquinaria debido á maior ocorrencia de precipitacións conforme avanza o outono, o que evidencia a necesidade de adiantar a data de sementeira entre dúas e catro semanas respecto á realizada no ensaio.

Como se observa na táboa 2, onde se mostra o rendemento e a composición nutricional da planta enteira, da inflorescencia e da parte verde do sorgo, a dispoñibilidade de auga influenciou considerablemente o rendemento e a composición nutricional do cultivo. As plantas cultivadas en terreo de sequeiro mostraron unha menor altura (92,7 *vs.* 139,3 cm) e unha menor porcentaxe de inflorescencia na biomasa total (42,2 *vs.* 50,6 %) en comparación coas irrigadas. Facendo a media das tres variedades de sorgo, o rendemento en regadío foi de 10,8 t MS/ha, e reduciuse case á metade en secaño (5,5 t MS/ha). Nun traballo no que se avaliaron 5 variedades de sorgo en condicións de secaños húmidos da zona costeira de Galicia, nunha sementeira tardía, Resch *et al.* (2013) indicaron que, no mesmo estado fenolóxico, o rendemento medio foi de 6,9 t MS/ha (4,6 a 8,4 t MS/ha), superior á observada neste traballo en ausencia de rega. >>



**Táboa 2. Efecto da dispoñibilidade de auga sobre a altura da planta, produción e composición química da planta enteira de sorgo e das fraccións panícula e parte vexetativa**

|          |       | Planta enteira                    |      |      |      |      |      |      |      |
|----------|-------|-----------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
|          | H     | PROD                              | MS   | MO   | PB   | FND  | FAD  | CSA  | AMD  |
| Regadío  | 139,3 | 10,8                              | 28,9 | 95,9 | 7,1  | 49,9 | 26,4 | 12,7 | 20,2 |
| Secaño   | 92,7  | 5,5                               | 30,0 | 94,8 | 7,1  | 52,9 | 28,1 | 15,1 | 12,1 |
| <i>p</i> | **    | **                                | +    | **   | ns   | **   | *    | **   | **   |
|          |       | Inflorescencia (panícula)         |      |      |      |      |      |      |      |
|          | PCT   | MS                                | MO   | PB   | FND  | FAD  | CSA  | AMD  |      |
| Regadío  | 50,6  | 39,5                              | 97,1 | 8,6  | 34,8 | 16,6 | 6,8  | 42,3 |      |
| Secaño   | 42,2  | 41,7                              | 97,1 | 9,0  | 35,5 | 16,9 | 6,9  | 39,8 |      |
| <i>p</i> | *     | ns                                | ns   | ns   | ns   | ns   | ns   | ns   |      |
|          |       | Parte vexetativa (follas e talos) |      |      |      |      |      |      |      |
|          | PCT   | MS                                | MO   | PB   | FND  | FAD  | CSA  | AMD  |      |
| Regadío  | 49,4  | 21,8                              | 21,8 | 6,1  | 65,1 | 35,7 | 14,1 | 1,2  |      |
| Secaño   | 57,8  | 27,0                              | 27,0 | 6,4  | 59,9 | 32,8 | 17,7 | 1,5  |      |
| <i>p</i> | *     | ***                               | ns   | ns   | **   | ***  | **   | ns   |      |

En liñas xerais, os resultados concordan cos mencionados na bibliografía, que indican que aínda que o sorgo é unha planta adaptada a ambientes secos, ten unha boa resposta produtiva á rega. En Italia, Barbanti *et al.* (2015) indicaron que o déficit hídrico no cultivo de sorgo diminuíu a altura da planta e ocasionou unha redución do 70 % no rendemento. En condicións de irrigación moderada e baixa, Jahan-zad *et al.* (2013) observaron unha redución do rendemento de MS do 20 e do 34 %, comparado co cultivo que recibiu unha irrigación óptima.

A composición química do cultivo con déficit hídrico, en comparación co tratamento con rega, mostrou un maior contido en fibra neutro deterxente (52,9 *vs.* 49,9 % MS), un maior contido en carbohidratos solubles en auga (15,1 *vs.* 12,7 % MS) e un menor contido en amidón (12,1 *vs.* 20,2 % MS). O aumento do contido en azucres observado no cultivo en ausencia de rega, tanto na planta enteira (+2,4 unidades) coma na fracción PV (+3,6 unidades), atribúese ao axuste osmótico, fenómeno que sucede a nivel celular como resposta da planta ao estrés hídrico. A pesar de que a planta reduce o seu metabolismo fotosintético baixo condicións de déficit de auga, a planta responde cunha acumulación de azucres (axuste osmótico) para manter a turgencia celular (Bodner *et al.*, 2015).

O valor enerxético medio das tres variedades de sorgo en regadío foi de 0,05 unidades superior comparado co cultivo non irrigado, con valores de 0,78 e 0,73 UFL/kg MS, respectivamente. A produción de enerxía neta leite por hectárea en regadío foi algo máis do duplo comparado coa obtida en secaño, con valores de 8,4 e 4,0 mil UFL/ha, respectivamente.

H: altura da planta (cm); PROD: rendemento en materia seca (t MS ha<sup>-1</sup>); PCT: porcentaxe de cada fracción na materia seca da planta; MS: materia seca (%); MO: materia orgánica (% MS); PB: proteína bruta (% MS); FND: fibra neutro deterxente (% MS); FAD: fibra ácido deterxente (% MS); CSA: carbohidratos solubles en auga (% MS); AMD: amidón (% MS); *p*: significación do test F no ANOVA (ns: non significativo; +: *p*<0,10; \*: *p*<0,05; \*\*: *p*<0,01; \*\*\*: *p*<0,001)

O comportamento das tres variedades de sorgo avaliadas nas diferentes condicións hídricas pode observarse na táboa 3, onde se mostra o efecto do tratamento hídrico para a produción, a porcentaxe da fracción panícula e a composición química da planta enteira. As diferenzas observadas entre os tratamentos hídricos para as 3 variedades avaliadas foron notables. A variedade forraxeira presentou maior produción que as variedades de gran en ambos os tratamentos hídricos e chegou a valores próximos ás 15 t MS/ha cando recibiu rega. O amplo rango na resposta produtiva á dispoñibilidade hídrica observado nas variedades avaliadas neste traballo concorda co indicado por Assefa *et al.* (2010) acerca da variación xenotípica que existe na tolerancia á seca entre híbridos de sorgo debido a posibles diferenzas fisiolóxicas ou viceversa.

A porcentaxe da inflorescencia sobre o total da biomasa da planta oscilou, para as variedades de gran, entre o 47,7 e o 65,2 %, e para a de forraxe, entre o 29,9 e o 32,1 % en condicións de sequeiro e regadío, respectivamente. O contido en MS da planta oscilou entre 27,1 e 31,9 %, valores adecuados para asegurar unha correcta fermentación do ensilado e para evitar, ademais, perdas por efluente. A variedade forraxeira, en comparación coas variedades de gran, mostrou un menor contido en PB e un maior contido en parede celular e azucres. >>



O menor valor enerxético medio do sorgo en condicións de secaño débese fundamentalmente á variedade máis precoz Ascoli, que viu reducido en 0,12 unidades o valor de UFL pola falta de humidade, mentres que permaneceu relativamente constante nas outras dúas variedades, con valores medios para Ascoli, Alfa e PR849 de 0,87, 0,75 e 0,76 en regadío e de 0,75, 0,76 e 0,70 en secaño. En canto ao rendemento por hectárea de enerxía neta leite, os valores de UFL/ha do sorgo en regadío foron superiores aos do cultivo en sequeiro, multiplicando este rendemento por un factor de entre 2,6 para a variedade de gran Ascoli, de 1,98 para a forraxeira PR849 e de 1,88 para a de gran de ciclo medio Alfa.

**Táboa 3. Efecto da dispoñibilidade de auga sobre a produción, porcentaxe da fracción panicula e composición química da planta enteira de sorgo**

| VAR      | Tratamento | PROD | PCTPAN | MS   | MO   | PB  | FND  | FAD  | CSA  | AMD  |
|----------|------------|------|--------|------|------|-----|------|------|------|------|
| Alfa     | Regadío    | 9,4  | 54,4   | 27,1 | 95,3 | 7,6 | 49,1 | 27,5 | 11,5 | 16,8 |
|          | Secaño     | 4,9  | 49,1   | 29,3 | 94,8 | 7,9 | 50,0 | 27,1 | 13,9 | 13,4 |
| Ascoli   | Regadío    | 8,1  | 65,2   | 31,9 | 96,3 | 8,6 | 46,2 | 22,6 | 6,2  | 32,5 |
|          | Secaño     | 3,5  | 47,7   | 31,0 | 94,3 | 6,7 | 52,5 | 27,6 | 12,8 | 15,2 |
| PR849F   | Regadío    | 14,8 | 32,1   | 27,6 | 96,1 | 5,1 | 54,5 | 29,0 | 20,4 | 11,5 |
|          | Secaño     | 8,1  | 29,9   | 29,7 | 95,3 | 6,8 | 56,2 | 29,4 | 18,5 | 7,7  |
| <i>p</i> |            | ***  | ***    | **   | ***  | *   | **   | **   | ***  | ***  |
| dms      |            | 5,7  | 13,1   | 3,1  | 0,7  | 2,7 | 6,5  | 4,1  | 4,8  | 10,3 |

PROD: rendemento en materia seca (t MS ha<sup>-1</sup>); PCTPAN: porcentaxe da panicula na materia seca da planta (%); MS: materia seca (%); MO: materia orgánica (% MS); PB: proteína bruta (% MS); FND: fibra neutro deterxente (% MS); FAD: fibra ácido deterxente (% MS); CSA: carbohidratos solubles en auga (% MS); AMD: amidón (% MS); *p*: significación do test F no ANOVA (ns: non significativo; +: *p*<0,10; \*: *p*<0,05; \*\*: *p*<0,01; \*\*\*: *p*<0,001). dms: diferenza mínima significativa entre calquera media da mesma columna (test HMSD de Tukey)

### Xirasol

A variedade máis precoz foi P63; a súa floración rexistrouse o 20 de setembro, seguida de SHA, o 22 de setembro, e da forraxeira, R91 cinco días máis tarde, sen diferenzas apreciables entre as plantas regadas e as cultivadas en sequeiro. Como se pode ver na táboa 4, a dispoñibilidade de auga afectou de forma moi importante ao rendemento e á composición nutricional do xirasol. As plantas cultivadas sen rega mostraron unha menor altura (106 *vs.* 152 cm), un menor diámetro do talo (1,5 *vs.* 2,3 cm) e un menor diámetro do capítulo (12,4 *vs.* 17,3 cm), comparadas coas irrigadas. A proporción da inflorescencia (capítulo) no total da planta foi superior (57,0 % *vs.* 51,0% da MS total) para as plantas non regadas.



A produción de MS do cultivo de xirasol en regadío, como media das tres variedades, foi de 9,7 t MS/ha, superando nun 66 % á rexistrada en secaño (5,8 t MS/ha). Os resultados dos estudos realizados con esta especie cultivada para ensilar na finca do CIAM (terreos de sequeiro da zona costeira de Galicia) sinalan valores medios comparables aos obtidos en situación de regadío na zona interior galega no presente traballo. Así, Flores *et al.* (2014, 2016) indican rendementos de entre 7,4 e 9,3 t MS/ha para variedades de aceite e de 8,5 t MS/ha para a variedade forraxeira R91 recollidas aproximadamente catro semanas tras a floración. Nun estudo realizado no mesmo ano 2016 coas mesmas variedades (P63, SHA e R91) que as utilizadas neste traballo, Sainz-Ramírez *et al.* (2017) sinalan que a produción media foi de 9,9 t MS/ha, lixeiramente superior á obtida en regadío, mentres que en situación de gran parcela no CIAM, Valladares *et al.* (2017) refiren valores medios de 6,9 t MS/ha para unha variedade de aceite cultivada nun ano de verán seco (2013) e de 8,1 t MS/ha para a mesma variedade cultivada no ano 2014, cun verán máis húmido ca o do ano anterior. >>



Variedade de sorgo-gran no primeiro plano e forraxeira no fondo



Sección do capítulo do xirasol no estado de enchido do gran



Inflorescencia da variedade de gran Ascoli plenamente desenvolvida



Estado R6 (final da floración) do xirasol en secaño

O cultivo en sequeiro do xirasol, comparado co irrigado, mostrou un maior contido de MS (21,4 vs. 15,9 %), en carbohidratos non estruturais (18,0 vs. 14,2 % MS), en aceite (13,1 vs. 12,3 % MS) e maior dixestibilidade da materia orgánica (59,4 vs. 56,9 %), asociada á maior proporción do capítulo no total da planta. Dada a utilización como ensilado da planta de xirasol forraxeiro, debe salientarse que o xirasol cultivado en regadío ten un moi baixo contido en MS, o que reduce a ensilabilidade da forraxe e aumenta a produción de efluente no silo. Estas circunstancias, que limitan adversamente a utilización forraxeira desta planta, suxiren que en situación de regadío o momento óptimo de colleita do xirasol podería ser posterior ao do cultivo en secaño, co fin de intentar que a forraxe tivese un contido en MS o máis achegado posible ao 25 %, aínda a expensas de reducir o rendemento por hectárea.

Diversos traballos reportan na bibliografía o efecto da seca sobre a calidade da forraxe. Por exemplo, os resultados derivados dunha recente metaanálise realizada por Dumont *et al.* (2015) en pastos mediterráneos indican que o estrés hídrico diminúe un 3 % o contido en FND e aumenta nun 7 % a dixestibilidade da forraxe. Comparando cos resultados obtidos neste traballo, a redución do contido en fibra neutro deterxente (-5 %) e o aumento da dixestibilidade (+4 %), parecen comparables aos reportados polos citados autores. Fredeen *et al.* (1991) sinalaron un incremento de 10 unidades porcentuais no contido de carbohidratos na parte verde (follas e talos) de plantas de xirasol sometidas a estrés hídrico, mentres que neste estudo o incremento observado (en % MS) foi de 4,7 unidades. Coma no caso do sorgo, estas observacións reflicten a resposta ao estrés hídrico da planta, que acumula azucres no citoplasma das partes verdes a fin de manter a turxencia celular (Bodner *et al.*, 2015). >>>

**Táboa 4. Efecto da dispoñibilidade de auga sobre a altura da planta, diámetro do capítulo, diámetro do talo, produción e valor nutricional da planta enteira de xirasol, e das fraccións capítulo e parte vexetativa**

| Planta enteira                    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |      |
|-----------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|
|                                   | H    | PROD | MS   | MO   | PB   | FND  | FAD  | CEL  | CSA  | CNET | EE   | DMOIV | UFL  |
| Regadío                           | 152  | 9,72 | 15,9 | 88,5 | 8,3  | 40,5 | 37,1 | 25,7 | 12,7 | 14,2 | 11,3 | 56,9  | 0,86 |
| Secaño                            | 106  | 5,87 | 21,4 | 87,2 | 7,6  | 38,6 | 33,7 | 23,4 | 16,8 | 18,0 | 13,0 | 59,4  | 0,93 |
| <i>P</i>                          | **   | *    | ***  | **   | +    | *    | *    | **   | *    | *    | +    | **    | *    |
| Inflorescencia (capítulo)         |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |      |
|                                   | DC   | PCT  | MS   | MO   | PB   | FND  | FAD  | CEL  | CSA  | CNET | EE   | DMOIV | UFL  |
| Regadío                           | 17,3 | 51   | 16,6 | 88,1 | 10,5 | 29,1 | 38,5 | 17,1 | 15,1 | 15,4 | 20,5 | 50,8  | 1,04 |
| Secaño                            | 12,4 | 57   | 21,0 | 89,3 | 8,8  | 29,9 | 29,9 | 16,9 | 18,5 | 19,1 | 20,7 | 52,9  | 1,08 |
| <i>P</i>                          | *    | *    | ***  | ns   | *    | +    | **   | ns   | *    | *    | ns   | +     | **   |
| Parte vexetativa (follas e talos) |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |      |
|                                   | DT   | PCT  | MS   | MO   | PB   | FND  | FAD  | CEL  | CSA  | CNET | EE   | DMOIV | UFL  |
| Regadío                           | 2,3  | 49   | 15,4 | 85,6 | 6,3  | 51,9 | 38,4 | 34,4 | 10,0 | 11,2 | 0,6  | 52,8  | 0,57 |
| Secaño                            | 1,5  | 43   | 22,4 | 85,4 | 6,0  | 46,7 | 39,0 | 30,8 | 15,4 | 15,7 | 1,6  | 54,8  | 0,59 |
| <i>P</i>                          | **   | *    | **   | ns   | ns   | **   | ns   | **   | **   | **   | ns   | **    | *    |

H: altura da planta (cm); DC: diámetro do capítulo (cm); DT: diámetro do talo a 15 cm da base (cm); PROD: rendemento en materia seca (t MS ha<sup>-1</sup>); PCT: porcentaxe de cada fracción (capítulo vs. parte vexetativa) na materia seca da planta; MS: materia seca (%); MO: materia orgánica (% MS); PB: proteína bruta (% MS); FND: fibra neutro deterxente (% MS); FAD: fibra ácido deterxente (% MS); CEL: celulosa (% MS); EE: extracto etéreo (% MS); CSA: carbohidratos soluble en auga (% MS); CNET: carbohidratos non estruturais (% MS); DMOIV: dixestibilidade *in vitro* da MO das mostras desengraxadas (%); UFL: unidades forraxeiras leite (kg<sup>-1</sup> MS); *p*: significación do test F no ANOVA (ns: non significativo; + *p*<0,10; \* *p*<0,05; \*\* *p*<0,01; \*\*\* *p*<0,001)



Inflorescencia da variedade forraxeira de sorgo PR849F



Inflorescencia de sorgo co gran en estado pastoso



Avaliando os danos do porco bravo no cultivo do sorgo

O comportamento das tres variedades nas diferentes condicións hídricas poden observarse na táboa 5. As variedades máis tardías mostraron os maiores valores de produción, tanto en secaño como en regadío. A produción en regadío da variedade forraxeira R91 (11,3 t MS/ha) foi superior á das variedades de aceite e superou nun 77 % á produción sen rega da mesma variedade. As variedades de aceite mostraron unha maior porcentaxe de capítulo no total da planta enteira e, consecuentemente, o contido en aceite e en enerxía neta destas variedades superou á da variedade forraxeira, con valores medios de 14,2 vs. 8,0 % MS. A variedade forraxeira tendeu a mostrar unha maior dixestibilidade da materia orgánica da planta desengraxada, que se mantén con escasa variación tanto en condicións de sequeiro coma en regadío, sobre todo comparada coa variedade de aceite máis precoz, a pesar do cal a concentración de enerxía neta foi superior para as variedades de aceite (0,92 vs. 0,89 UFL/kg MS ) dada a maior enerxía da graxa. Posto que a utilización forraxeira da planta de xirasol na alimentación do gando vacún está limitada polo seu elevado contido en aceite, o uso da variedade forraxeira presentaría vantaxes en canto á posibilidade de incrementar a proporción de ensilaxe de xirasol na ración, respecto das variedades de aceite, recollidas no mesmo estado fenolóxico.

**Táboa 5. Efecto da dispoñibilidade de auga sobre a produción, composición e valor nutricional da planta enteira das tres variedades de xirasol**

| VAR | Tratamento | PROD  | PCTCAP | MS   | MO   | PB   | FND  | FAD  | CEL  | CSA  | CNET | EE   | DMOIV | UFL  |
|-----|------------|-------|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|
| P63 | Regadío    | 8,16  | 54,3   | 15,9 | 86,5 | 8,8  | 38,4 | 38,5 | 25,3 | 7,7  | 9,2  | 15,3 | 53,1  | 0,91 |
|     | Secaño     | 4,54  | 60,9   | 23,8 | 85,4 | 8,2  | 37,6 | 32,8 | 22,3 | 12,7 | 13,8 | 16,6 | 53,5  | 0,94 |
| SHA | Regadío    | 9,98  | 51,5   | 15,1 | 88,8 | 9,1  | 40,5 | 36,9 | 24,8 | 12,4 | 14,3 | 11,8 | 55,7  | 0,86 |
|     | Secaño     | 6,84  | 56,6   | 20,1 | 88,1 | 7,4  | 38,4 | 33,4 | 23,3 | 18,7 | 20,3 | 13,2 | 61,6  | 0,97 |
| R91 | Regadío    | 11,03 | 47,2   | 16,7 | 90,3 | 7,0  | 42,5 | 35,9 | 26,9 | 17,9 | 19,0 | 6,9  | 61,9  | 0,82 |
|     | Secaño     | 6,24  | 53,6   | 20,2 | 88,0 | 7,2  | 39,7 | 35,0 | 24,7 | 19,1 | 19,9 | 9,1  | 63,0  | 0,87 |
| P   |            | ***   | ***    | ***  | ***  | ***  | ***  | ***  | ***  | ***  | ***  | ***  | ***   | ***  |
| dms |            | 3,89  | 7,03   | 2,10 | 1,50 | 1,14 | 2,96 | 3,31 | 2,30 | 5,29 | 5,03 | 2,43 | 4,15  | 0,08 |

PROD: rendemento en materia seca (t MS ha<sup>-1</sup>); PCTCAP: porcentaxe do capítulo na materia seca da planta; MS: materia seca (%); MO: materia orgánica (% MS); PB: proteína bruta (% MS); FND: fibra neutro deterxente (% MS); FAD: fibra ácido deterxente (% MS); CEL: celulosa (% MS); EE: extracto etéreo (% MS); CSA: carbohidratos solubles en auga (% MS); CNET: carbohidratos non estruturais (% MS); DMOIV: dixestibilidade *in vitro* da materia orgánica das mostras desengraxadas (%); UFL: unidades forraxeiras leite (kg<sup>-1</sup> MS); p: significación do test F no ANOVA (\*\*\*p<0,001); dms: diferenza mínima significativa entre calquera media da mesma columna (test HMSD de Tukey)

**CONCLUSIÓNS**

A dispoñibilidade de auga afecta fortemente ao rendemento do cultivo de sorgo e de xirasol, e modifica a composición nutricional de ambas as especies. A pesar da súa tolerancia ao estrés hídrico moderado, cando se dispón de rega nos terreos de sequeiro do interior de Galicia, a produtividade destes cultivos aumentou nun 98 % para o sorgo e nun 66 % para o xirasol, con valores entre as 9,7-10,7 t MS/ha en regadío e as 5,8-5,4 t MS/ha en secaño.

O comportamento produtivo entre variedades dentro de cada especie é diferente, polo que é necesario dispor de datos agronómicos co fin de facilitar a elección varietal. Son preferibles as variedades forraxeiras ás de gran no caso do sorgo e ás de aceite no caso do xirasol. A resposta en relación á variación de rendemento e de composición nutricional coa dispoñibilidade de auga é relativamente uniforme entre as distintas variedades de cada especie.

Dada a duración do cultivo do sorgo, non son adecuadas as sementeiras tardías neste cultivo, e o aconsellable é non superar a última semana de maio para realizar a sementeira desta especie. ➤➤



Capítulos de xirasol preparados para pesaxe



Corte do xirasol ás cinco semanas da floración



Medicións nas plantas de xirasol cortadas

## AGRADECIMENTOS

Este traballo foi financiado polos proxectos ATT 2016/106 da Xunta de Galicia e RTA2012-00065-05-02 do INIA. Aurora Sainz Ramírez realizou unha estancia no CIAM en 2016 como bolseira do Consello Nacional de Ciencia e Tecnoloxía do Goberno de México. Adrián Botana Fernández é beneficiario dun contrato predoutoral FPI-INIA. ●

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Assefa Y., Staggenborg S.A. e Prasad V.P.V. (2010) Grain sorghum water requirement and responses to drought stress: A review. Online. *Crop Management* doi: 10.1094/CM-20101-1109-01-RV.

Barbanti L., Sher A., Di Girolamo G., Cirillo E. e Ansar M. (2015) Growth and physiological response of two biomass sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) xenotypes bred for different environments, to contrasting levels of soil moisture. *Italian Journal of Agronomy*, 10, 208-214.

Bodner G., Nakhforoosh A. e Kaul H.P. (2015) Management of crop water under drought: a review. *Agronomy for Sustainable Development*, 35(2), 401-442.

Dumont B., Andueza D., Niderkorn V., Lüscher A., Porqueddu C. e Picon-Cochard C. (2015) A meta-analysis of climate change effects on forage quality in grasslands: specificities of mountain and Mediterranean areas. *Grass and Forage Science*, 70(2), 239-254.

Farré I. e Fari J.M. (2006) Comparative response of maize (*Zea mays* L.) and sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) to deficit irrigation in a Mediterranean environment. *Agricultural Water Management*, 83, 135-143.

FEDNA (2016). *Tablas FEDNA de valor nutritivo de Forrajes y Subproductos fibrosos húmedos*. 2016. S. Calsamiglia, A. Ferret, A. Bach. *Fundación para el Desarrollo de la Nutrición Animal*. Madrid, 93 pp.

Fernández-Lorenzo B., G. Flores, A. Botana, C. Resch, T. Dagnac, M. Veiga, S. Pereira e R. Lorenzana (2016). Estrutura produtiva e sistemas de alimentación das explotacións leiteiras de Galicia. *AFRIGA*, Nº 124 98-113.

Flores-Calvete G., B. Fernández-Lorenzo, S. Pereira-Crespo, A. Aguión Sandá, J. Valladares Alonso, T. Dagnac, C. Resch Zafra, A. González-Arráez e N. Díaz-Díaz. (2014). Productividade e valor nutricional do xirasol cultivado para forrage (II). *AFRIGA* Nº 112, 68-73.

Flores-Calvete G., A. Botana-Fernández, S. Pereira-Crespo, J. Valladares-Alonso, B. Pacio-Rivas, Á. Aguión-Sandá e C. Resch-Zafra. (2016). Efecto do momento de corte sobre o rendemento e valor nutricional de dous tipos de xirasol (unha variedade forrageira e outra de aceite) cultivados para ensilar a finais de verán en Galicia. *AFRIGA* Nº 121, 184-200.

Fredeen A.L., Gamon J.A. e Field C.B. (1991) Responses of photosynthesis and carbohydrate-partitioning to limitations in nitrogen and water availability in field-grown sunflower. *Plant, Cell and Environment*, 14, 963-970.

Grant R. e Stock R. (1994) G94-1231 Harvesting Corn and Sorghum for Silage. *Historical Materials from University of Nebraska-Lincoln Extension*, 1311.

INRA (2007). Alimentation des bovins, ovins et caprins. *Tables INRA 2007*. Editions Quae, Versailles Cedex (France) 311 pp.

Jahanzad E., Jorat M., Moghadam H., Sadegpour A., Chahichi M.R. e Dashtaki M. (2013) Response of a new and commonly grown forage shorghum cultivar to limited irrigation and planting density. *Agricultural Water Management*, 117, 62-69.

Meier U., 2001. *Growth stages of mono- and dicotyledonous plants - BBCH Monograph*. 2nd Edition, Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry, Braunschweig, Germany, p. 158.

Pereira-Crespo S., Fernández L.B., Valladares A.J., Díaz D.N., Resch Z.C., González A.A. e Flores-Calvete G. (2014) Evolución del rendemento e calidade del xirasol (*Helianthus annuus* L.), aprovechado para forraje tras a floración e desenvolvemento de calibracións NIRS para a predición do valor nutricional de los componentes morfolóxicos. *Pastos*, 44(2), 19-30.

Resch C., Bande-Castro M.J., Pereira-Crespo S., Fernández-Lorenzo B. e Flores G. (2013) Evaluación de variedades comerciais de sorgo forrageiro en siembras tardías en la Galicia Atlántica: I. Rendimiento en materia seca. *Actas de la LII Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de Pastos*, pp. 147-154. Badajoz, España: SEEP.

MAGRAMA (2015) Anuario de Estadística del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Año 2015, 1047 pp. Gobierno de España.

Mangado J.M. e Azpilicueta J.P. (2010). El sorgo: Un cultivo forrajero de verano para la Navarra Atlántica. *Navarra Agraria* nº 178, enero-febrero 2010, 59-64.

SAS INSTITUTE (2009). SAS/STAT User's Guide, V.9.2, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.

Sainz-Ramírez A., Botana A., Valladares J., Pereira-Crespo S., Veiga M., Resch C. e Flores G. (2017) Efecto de la variedad y de la fecha de corte sobre el momento óptimo de cosecha de la planta de girasol para ensilar en secanos de la zona Atlántica de Galicia. *56ª Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos*. Barcelona, 25 y 28 de abril de 2017 (en prensa, aceptado para publicación).

Schneider A.A. e Miller J.F. (1981) Description of sunflower growth stages. *Crop Science*, 21, 901-903.

Valladares J., S. Pereira-Crespo, A. Botana, C. Resch e G. Flores (2017). Efecto del cultivo de invierno sobre el comportamiento productivo del girasol utilizado para forraje y del conjunto de la rotación en secanos húmedos de la Galicia Atlántica. *56ª Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos*. Barcelona, 25 y 28 de abril de 2017 (en prensa, aceptado para publicación).