

## EVALUACIÓN DE FORRAJES DE INVIERNO EN SISTEMAS DE DOBLE CULTIVO CON MAÍZ EN REGADÍO

EVALUATION OF WINTER FORAGE SYSTEMS IN DOUBLE CROPPING WITH MAIZE UNDER IRRIGATION

A. MARESMA<sup>1</sup>, F. SANTIVERI<sup>1</sup>, C. CHOCARRO<sup>1</sup>, M. ARAGAY<sup>2</sup> Y J. LLOVERAS<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universitat de Lleida. Av Rovira Roure, 191. 25198 Lleida. <sup>2</sup>Laboratori Agroalimentari. DAAM. Crta. De Vilassar a Cabriels, s.n. 08348 Cabriels. [Angel.maresma@pvcf.udl.cat](mailto:Angel.maresma@pvcf.udl.cat)

### RESUMEN

Los cultivos forrajeros de invierno, bien sean cereales de invierno o raigrás, son importantes en los regadíos de Lleida (Valle del Ebro). El objetivo del presente estudio, llevado a cabo durante dos años, es conocer y comparar la productividad y la calidad, en dos fechas de corte, de diferentes cultivos forrajeros de invierno que se siembran o pueden sembrarse en doble cultivo con maíz. Para ello, se determinó la producción de materia seca (MS), el contenido proteico, el contenido en fibra y la digestibilidad de los forrajes.

Los resultados muestran que la fecha de corte influye significativamente en la producción y la calidad de los forrajes, aumentando la producción de 7,9 Mg ha<sup>-1</sup> de MS en el corte temprano a 10,1 Mg ha<sup>-1</sup> de MS en el corte tardío, y disminuyendo al mismo tiempo, la digestibilidad del 63,6% en el primer corte al 53,3% en el segundo corte. Dependiendo del tipo de aprovechamiento y su destino final se priorizará un corte de calidad en fecha temprana o un corte de menor calidad en fechas de corte tardías.

**Palabras clave:** cultivos forrajeros, fechas de corte, producción, calidad.

### SUMMARY

Winter forage crops, whether ryegrass or winter cereals, are important crops in the irrigated areas of Lleida (Ebro Valley). The aim of the present study, carried out over two growing seasons, was to compare winter forage crops that can be used in double cropping system with maize in terms of crop yield and quality at two harvesting dates. For this purpose, dry matter yield (DM), protein content, fiber content and digestibility were determined.

The results showed that the date of harvest significantly affected crop yield and forage quality, increasing forage DM yield from 7.9 Mg ha<sup>-1</sup> to 10.1 Mg ha<sup>-1</sup>, and reducing the digestibility from 63.6% to 53.3%, for the early (first week of April) and late (end of April-beginning of May), respectively. Depending on forage use, it will be preferable an early cutting date to achieve higher forage quality or a late cutting date for a higher DM yield.

**Key words:** forage crops, cutting date, production, quality.

## INTRODUCCIÓN

Los cultivos forrajeros de invierno, bien sean cereales de invierno o raigrás, son habituales en muchas zonas, tanto de España como de otros países (Pujol, 1984; Horn, 1985; Hntyszynm y Guais, 1988; Piñeiro y Díaz, 2010). En algunas de estas, los cultivos de invierno se emplean en doble cultivo con el maíz como cultivo de verano, especialmente en el regadío, que permite introducir dos cultivos en un año y supone habitualmente un aumento de la productividad de las parcelas (Pujol, 1984).

En los últimos años la superficie de cereales forrajeros y raigrás cultivada en España ha sido de unas 667.000 ha de las cuales entorno 65.000 se cultivan en Cataluña (MAGRAMA, 2012). Los regadíos de Lleida (Valle del Ebro) son una de las zonas donde se utilizan habitualmente los forrajes de invierno destinados a la ganadería lechera. La superficie cultivada por este grupo de forrajes en Lleida es de 16.500 ha, y se consideran la fuente de forraje más importante después de la alfalfa (MAGRAMA, 2012). Pese al interés económico de estos forrajes, existe muy poca información disponible (Royo *et al.*, 1993) y se considera interesante disponer de más datos de producción y calidad.

El objetivo de este estudio es comparar en dos momentos de corte, la producción y el valor nutritivo de cultivos de invier-

no (avena, veza-avena, cebada, raigrás italiano, trigo y triticale). Las fechas de corte consideradas permiten posteriores siembras de maíz, bien sea como siembra en las fechas habituales (mitad de abril) o en siembras tardías (mitad de mayo) (Lloveras *et al.*, 2011).

## MATERIAL Y MÉTODOS

Los ensayos se llevaron a cabo durante dos años consecutivos (2002-2003 y 2003-2004) en la estación experimental del IRTA en Gimènells (41°45'N, 0°30'E), en condiciones de riego por aspersión. El clima es típico Mediterráneo, con inviernos suaves y veranos cálidos y secos. La temperatura media anual es de 16 °C y la precipitación anual es de 345 mm (Tabla 1).

El suelo es Petrocálcico calcixerept, muy común en el Valle del Ebro. El análisis del suelo de 0 a 30 cm, muestra una textura franca, con 405 g kg<sup>-1</sup> de arena, 351 g kg<sup>-1</sup> limo, 244 g kg<sup>-1</sup> arcilla. El contenido de materia orgánica era de 35 g kg<sup>-1</sup> y con un pH de 8. Los valores medios iniciales de K extraíble (K<sub>e</sub>) (acetato amónico), P disponible (Olsen) y Mg (acetato amónico) fueron de 161, 37 y 134 mg kg<sup>-1</sup>, respectivamente.

La fertilización consistió en una aplicación anual de 70 kg ha<sup>-1</sup> de N, 60 kg ha<sup>-1</sup> de P y 112 kg ha<sup>-1</sup> de K en fondo, y 100 kg ha<sup>-1</sup> de N en cobertera. Las fechas de siembra de los ensayos fueron el 28 de Noviembre en

Tabla 1. Resumen de las temperaturas medias mensuales y de la pluviometría durante los años del ensayo en la localidad de Gimenezs.

Mes	2002		2003		2004	
	Tm <sup>+</sup> (°C)	Precipitación (mm)	Tm <sup>+</sup> (°C)	Precipitación (mm)	Tm <sup>+</sup> (°C)	Precipitación (mm)
Enero	5,1	24,9	4,8	19,6	6,9	6,8
Febrero	8,1	4,6	5,7	70,2	4,7	50,6
Marzo	11,6	14,7	10,9	30,4	8,3	37,4
Abril	13,0	40,8	13,4	25,8	11,6	61,1
Mayo	16,2	52,7	17,6	62,2	15,8	40,8
Junio	22,1	35,0	24,9	15,0	22,6	7,6
Julio	23,0	20,3	25,1	2,0	22,9	47,8
Agosto	21,7	17,7	26,0	37,9	23,7	6,0
Septiembre	18,6	38,0	19,3	101,3	20,6	18,5
Octubre	14,6	41,0	13,9	70,8	16,1	31,0
Noviembre	10,6	19,3	9,7	101,1	7,1	4,2
Diciembre	7,5	22,3	6,2	32,2	5,8	30,5
<b>Tm y Precipitación</b>	14,3	331,3	14,8	568,5	13,8	342,3

+ Temperatura media anual

el 2002 y el 14 de Octubre en el 2003 con una densidad de siembra de 400 semillas m<sup>2</sup> para la cebada, 450 semillas m<sup>2</sup> para el trigo y de 350 semillas m<sup>2</sup> para la avena y el triticale. El raigrás fue sembrado a 30 kg ha<sup>-1</sup> y la veza-avena se sembró a 30 kg ha<sup>-1</sup> de veza y 300 semillas m<sup>2</sup> de avena.

El diseño del experimento fue en parcela subdividida con dos factores y cuatro repeticiones. El factor principal fue la fecha de corte (temprana o tardía) (Tabla 2) y el secundario fueron las variedades de los cultivos (genotipos). Cada año se aleatorizaron las fechas de corte dentro de cada bloque (repetición) y a su vez los genotipos de cada

fecha de corte. Para el análisis de la varianza se utilizó el paquete estadístico SAS (2002) aplicándose el test de diferencias mínimas significativas (DMS<sub>0,05</sub>) para determinar las diferencias entre variedades forrajes de las variables investigadas. El tamaño de la parcela elemental fue de 1,5 x 8 m (12 m<sup>2</sup>).

Las especies y variedades de los cultivos comparados fueron: cebada (*Hordeum vulgare* L., cv. Berangere), trigo (*Triticum aestivum* L., cv. Sarina), raigrás (*Lolium multiflorum westerwoldicum*, cv. Vallivert y Trinova), avena (*Avena sativa*, cv. Saia), triticale (*X Triticosecale Wittmack*, cv. Trujillo y Titania), avena-veza (*Avena sativa* – *Vicia sativa* L., cv. Prevision -

Tabla 2. Fecha de corte de los forrajes durante los dos años del ensayo.

Año	Corte temprano	Rebrote (del corte temprano)	Corte tardío
2003	5 Abril	26 Abril	28 Abril
2004	9 Abril	28 Abril	6 Mayo (26 Abril raigrás)

Urgelba). Las variedades elegidas fueron las consideradas más apropiadas o más conocidas para la producción de forraje en la zona.

La producción de forraje se evaluó segando la totalidad de la parcela mediante una recolectora de ensayos autopesante. De cada parcela se tomaron unos 500 g de muestra verde que se secaron en estufa durante 48 horas a 60 °C. El forraje seco se envió al laboratorio (Laboratori Agroalimentari, DAAM) para analizar su valor nutritivo. La proteína bruta (PB) se estimó multiplicando el nitrógeno Kjeldahl por el factor 6,25. La fibra neutro detergente (FND), la fibra ácido detergente (FAD) y la lignina ácido detergente (LAD) se analizaron según las técnicas de Van Soest *et al.* (1991). La digestibilidad enzimática ( $D_{enz}$ ) se determinó mediante los métodos enzimáticos descritos por Riveros y Argamentería (1987).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La producción media de MS fue de 7,9 Mg ha<sup>-1</sup> en el corte temprano y de 10,1 Mg ha<sup>-1</sup> en el corte tardío, teniendo una variación para los años 2003 y 2004 entre 7,0

Mg ha<sup>-1</sup> y 8,8 Mg ha<sup>-1</sup> en el corte temprano y entre 11,0 Mg ha<sup>-1</sup> y 9,2 Mg ha<sup>-1</sup> en el corte tardío. Las diferencias productivas pueden deberse a la diferente fecha de siembra de cada año. El valor nutritivo medio de los cultivos en los distintos cortes se presenta en las Tablas 3 y 4.

La mayoría de los cultivos presentaron un incremento de producción de forraje con el retraso de la fecha de corte. Los triticales y la cebada aumentaron casi un 40% la producción de materia seca, al pasar al corte tardío mientras que en la avena y el trigo los incrementos de producción fueron mucho menores o inexistentes. Así por ejemplo, la avena (cv. Saia), se encamó en la etapa final del cultivo y por ello no se considera un forraje apropiado para cortar en fechas tardías.

Los raigrases, tuvieron que cortarse unos días antes que los otros cultivos en uno de los años para evitar el encamado, sin embargo, su producción de forraje aumentó alrededor de un 40% al pasar de fechas de corte tempranas a fechas de corte tardías.

La lignificación de los cultivos provocó que a medida que incrementase la MS,

**Tabla 3. Producción y determinaciones medias de proteína bruta (PB), fibra neutro detergente (FND), fibra ácido detergente (FAD), la lignina ácido detergente (LAD) y digestibilidad enzimática ( $D_{enz}$ ) del forraje en el corte temprano.**

Corte temprano (5 Abril - 9 Abril)							
Genotipo	Producción (Mg ha <sup>-1</sup> )	Altura (cm)	PB (%)	FAD (%)	FND (%)	LAD (%)	$D_{enz}$ (%)
<b>Trujillo</b> (triticale)	11,2	88	11,4	32,0	54,2	3,1	60,5
<b>Titania</b> (triticale)	9,8	81,5	11,4	31,9	54,4	2,9	62,5
<b>Berangere</b> (cebada)	7,1	76,5	13,5	30,4	54,3	2,9	60,3
<b>Sarina</b> (trigo)	8,6	63,5	15,3	29,7	52,8	2,8	62,7
<b>Saia</b> (avena)	6,7	52,5	15,1	25,1	45,3	1,9	70,5
<b>Previsión</b> (avena+veza)	7,8	60	17,8	25,8	45,0	2,7	69,7
<b>Trinova</b> (raigrás)	7,4	73,5	14,0	26,7	51,1	1,3	62,2
<b>Vallivert</b> (raigrás)	5,7	66	14,4	27,3	52,6	1,6	60,7
<b>Media</b>	7,9	70,2	14,1	28,6	51,2	2,4	63,6
<b>DMS (0,05)</b>	2,7	3,8	1,8	2,4	2,4	0,5	3,1

**Tabla 4. Producción y determinaciones medias de proteína bruta (PB), fibra neutro detergente (FND), fibra ácido detergente (FAD), la lignina ácido detergente (LAD) y digestibilidad enzimática ( $D_{enz}$ ) del forraje en el corte tardío.**

Corte tardío (28 Abril - 6 Mayo) (26 Abril Raigrás)							
Genotipo	Producción (Mg ha <sup>-1</sup> )	Altura (cm)	PB (%)	FAD (%)	FND (%)	LAD (%)	$D_{enz}$ (%)
<b>Trujillo</b> (triticale)	15,5	132	8,4	35,7	59,1	4,2	51,3
<b>Titania</b> (triticale)	13,3	113	10,5	36,3	60,4	3,8	51,1
<b>Berangere</b> (cebada)	10,0	109,5	11,3	35,2	61,4	3,8	49,5
<b>Sarina</b> (trigo)	9,0	79	11,0	34,9	59,2	3,7	53,4
<b>Saia</b> (avena)	8,0	89	10,4	33,8	58,5	3,7	53,8
<b>Previsión</b> (avena+veza)	6,8	102	12,7	36,4	55,8	3,5	57,9
<b>Trinova</b> (raigrás)	9,2	81	9,4	33,2	58,7	2,5	54,5
<b>Vallivert</b> (raigrás)	9,1	81	10,4	31,9	57,4	2,5	54,8
<b>Media</b>	10,1	98,3	10,5	34,7	58,8	3,5	53,3
<b>DMS (0,05)</b>	1,4	4,0	1,7	4,5	3,0	0,5	3,8

Tabla 5. Efecto de las fechas de corte, del año y de la variedad, en la producción media y en la media de las determinaciones de proteína bruta (PB), fibra neutro detergente (FND), fibra ácido detergente (FAD), la lignina ácido detergente (LAD) y digestibilidad enzimática ( $D_{enz}$ ). Análisis DMS.

	Prod	Altura	PB	FAD	FND	LAD	$D_{enz}$
<b>Año</b>	NS	**	**	NS	NS	**	**
<b>Rep</b>	**	**	**	NS	NS	NS	NS
<b>Error A</b>	-	-	-	-	-	-	-
<b>Fecha de corte (FC)</b>	**	**	**	**	**	**	**
<b>FC*Año</b>	**	**	**	**	*	*	**
<b>Error B</b>	-	-	-	-	-	-	-
<b>Genotipo</b>	**	**	**	**	**	**	**
<b>Genotipo*Año</b>	**	**	**	**	**	**	*
<b>Genotipo*FC</b>	*	**	*	NS	**	NS	**
<b>Error</b>	-	-	-	-	-	-	-

disminuyera significativamente la calidad del forraje, observándose unos resultados similares a los presentados por Royo *et al.* (1993) y Aizpurua *et al.* (2001).

La mayor producción de MS en ambas fechas de corte la ha proporcionado el triticale en especial con el cv. Trujillo con una producción media de dos años de 11,23 Mg ha<sup>-1</sup> en la fecha de corte temprana y 15,48 Mg ha<sup>-1</sup> en la fecha de corte tardía.

La PB y la digestibilidad de los diferentes genotipos disminuyeron al retrasar la fecha de corte (Tablas 3 y 4). La mezcla de veza-avena es la que presenta en ambas fechas de corte un mayor porcentaje en PB debido principalmente a que la veza es una leguminosa (17,7% en la fecha de corte temprana y 12,7% en la fecha de corte tardía).

Por el contrario, la FND, FAD y LAD aumentaron, al retrasar la fecha de corte. Los valores más altos de fibra en la primera fecha de corte los presenta la variedad Trujillo (triticale).

Destacar que la producción del rebrote del corte temprano (resultados no presentados) resulta interesante en las variedades de raigrás italiano que alcanzan una producción de hasta 4,3 Mg ha<sup>-1</sup> con alto contenido en PB (15,5%) (el rebrote de los demás genotipos oscilaba entre 0,3 Mg ha<sup>-1</sup> y 2,5 Mg ha<sup>-1</sup>). La suma de la producción del corte en la fecha temprana y de su rebrote supone una mayor producción de materia seca que si solo se corta una vez en fecha más tardía y además el material vegetal es de mayor calidad (contenidos mayores de PB y menores de FND, FAD y LAD).

## CONCLUSIONES

La fecha de corte influye significativamente en la producción y la calidad de los forrajes, incrementándose la producción de 7,9 Mg ha<sup>-1</sup> en la primera fecha de corte (principios de Abril) a 10,1 Mg ha<sup>-1</sup> en la segunda fecha de corte (principios de Mayo). Sin embargo, la calidad del forraje disminuye del 14,1% y 63,6% de PB y D<sub>enz</sub> a 10,5% y 53%, respectivamente.

Retrasando el corte, hasta principios del mes de Mayo, pueden conseguirse hasta 15 Mg ha<sup>-1</sup> con el cultivo más productivo (triticale), si bien, la calidad de los forrajes en estas fechas disminuye considerablemente.

Dependiendo del tipo de aprovechamiento y su destino final se priorizará un corte de calidad en fecha temprana o por un corte productivo de menor calidad en fechas de corte tardías.

Esta información aunque sea elemental, creemos que es de gran interés para los productores de forraje en doble cultivo con maíz en los regadíos de Lleida.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AIZPURUA A., CASTELLON A., ALBIZU I., GARRO J. Y BESGA G. (2001) Productividad y calidad nutritiva de cereales de invierno en rotación con maíz en el País Vasco. *Actas de la XLI Reunión Científica de la SEEP*. pp. 539-545.
- HNTYSZYNM M. Y GUAIS A. (1998) Les fourrages annuels. *Les fourrages et l'éleveur*. Laivoisier TECDOC. Paris. France.
- HORN F. (1985). Cereals and Brassica for Forage. Heath, M.Barnes, R and Metcalfe, D. (Eds.). *Forages. The Science of grassland agriculture*. Iowa State University Press. Ames. Iowa. USA.
- LLOVERAS J., SANTIVERI F. Y BALLESTA A. (2011) Efecte de les dates de sembra del panís a les comarques de Lleida. *Dossier Tècnic*, 48: 16-23.
- MAGRAMA. (2012) Superficies y producciones anuales de cultivo
- PIÑEIRO J. Y DÍAZ N. (2010) Aumenta la superficie forrajera en el norte de España de la mano de la investigación. *Vida Rural*, 303: 15-19.
- PUJOL M. (1984) Producción de forrajes en Cataluña. *Revista Pastos*. XIV (1): 1-34.
- RIVEROS E. Y ARGAMENTERÍA A. (1987) Métodos enzimáticos de la predicción de la digestibilidad *in vivo* de la materia orgánica de forrajes. I Forrajes verdes. II Ensilados y pajas. *Avances en Producción Animal*, 12: 49-58.
- ROYO C., MONTESINOS E., MOLINA-CANO. J.L. Y SERRA J. (1993) Triticale

and other small grain cereals for forage and grain in Mediterranean conditions. *Grass and Forage Science*, 48:11-17.

SAS (2002) SAS/STAT User's Guide Release. Release 9.2. Statistical Analysis Inst, Cary, NC.

VAN SOEST P., ROBERTSON J. Y LEWIS B. (1991) Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74: 3583-3597.