

EFFECTO DE LA VARIEDAD Y DE LA FECHA DE CORTE SOBRE EL RENDIMIENTO Y EL VALOR NUTRITIVO DEL GIRASOL COSECHADO PARA ENSILAR EN LA ZONA ATLÁNTICA DE GALICIA

A. SAINZ-RAMÍREZ^{1,2}, A. BOTANA², J. VALLADARES², S. PEREIRA-CRESPO³, M. VEIGA, C. RESCH², G. FLORES-CALVETE²

¹Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales (ICAR). Universidad Autónoma del Estado de México. Instituto Literario 100, 50000 Toluca (México).²Instituto Galego de Calidade Alimentaria. Centro de Investigacións Agrarias de Mabegondo (INGACAL-CIAM). Apdo. 10, 15080 A Coruña.³Laboratorio Interprofesional Galego de Análise do Leite (LIGAL), Mabegondo, 15318 Abegondo, A Coruña.
Correspondencia: gonzalo.flores.calvete@xunta.es

RESUMEN

En este trabajo se caracterizó la evolución del rendimiento y el valor nutritivo de dos variedades de aceite y una forrajera de la planta de girasol (*Helianthus annuus* L.) cosechadas en 5 momentos diferentes, entre el inicio de floración (F) y la octava semana tras la floración (F+8). El diseño seguido fue en parcelas divididas donde la variedad era la parcela principal y la fecha de aprovechamiento la subparcela, con cuatro repeticiones. Los valores medios de digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica (DMOIV, %), de materia seca (MS, %), proteína bruta (PB, %) y extracto etéreo (EE, %MS) para las fechas de corte F y F+8 fueron, respectivamente, 67,1 y 42,3 % para DMOIV, 15,5% y 42,7 % para MS, 8,0 a 9,4 %MS para PB y 1,8 y 22,4 %MS para EE. Los rendimientos medios de MS y energía neta entre ambas fechas oscilaron entre 7068 y 10738 kg MS ha⁻¹ y entre 5533 y 11 805 unidades forrajeras leche (UFL) ha⁻¹. El momento óptimo de cosecha, en el que se maximiza la producción de energía por hectárea fue alrededor de la sexta semana tras la floración para todas las variedades, sin diferencias entre las variedades de aceite y la forrajera.

Palabras clave: forraje, cultivo de verano, rendimiento, valor nutritivo

SUMMARY

This work examined the productive performance and nutritive value of sunflower (*Helianthus annuus* L.) grown for silage as affected by the cultivar and the harvest date. The experiment was carried out in rainfed conditions in the Atlantic area of Galicia (NW Spain) following a split plot design with four replications, where one forage and two oilseed sunflower varieties (main plot) were harvested at fortnightly intervals in five developmental stages (subplot) from flowering (F) to eight weeks from flowering (F+8). The average values of the sunflower plant on the F and F+8 harvest dates for *in vitro* organic matter digestibility (IVDMO %), dry matter (DM %), crude protein (CP %MS), ether extract (EE %MS) and the yield per hectare of DM and Net Energy (Milk Forage Units, UFL) were, respectively, 67.1 and 42.3 % for IVDMO, 15.5 and 42.7 % for DM, 8.0 and 9.4 % for CP, 1.8 and 22.4 % for EE, 7068 and 10738 kg DM ha⁻¹ and 5533 and 11 805 UFL ha⁻¹. The optimum harvest date, where the yield of Net Energy per hectare is maximized, was around the 6th week after flowering for all varieties, irrespective of cultivar (oil or forage) type.

Key words: summer crop, oil and forage cultivars, performance

INTRODUCCIÓN

El girasol (*Helianthus annuus* L.) es una dicotiledónea de ciclo anual, originaria del norte y centro de América, con una distribución mundial. El uso forrajero de este cultivo se realiza mediante

ensilado. La planta de girasol se caracteriza por poseer tolerancia a condiciones de déficit hídrico y de temperaturas elevadas (Tan *et al.*, 2015), y una corta duración de su ciclo vegetativo, proporcionando flexibilidad para su ajuste dentro de la rotación, por lo tanto, el cultivo del girasol forrajero podría ser una alternativa al maíz forrajero como cultivo de verano para ensilar en zonas menos productivas, en las que no se cumplen los requerimientos para su cultivo. El Anuario Estadístico del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA, 2015) indica que se cultivan en España un total de 783 mil hectáreas de girasol destinado principalmente a la industria oleaginosa mientras que no existe información desagregada de su uso como planta forrajera, denotando la escasa importancia que tiene este aprovechamiento con relación al uso industrial, lo que explica la falta de suficiente información del uso forrajero de este cultivo.

El objetivo del presente trabajo es evaluar el efecto de la variedad y la fecha de cosecha sobre el rendimiento en materia seca y el valor nutritivo de la planta fresca de girasol cosechada para ensilar en fechas variables a partir del inicio de floración hasta la madurez fisiológica, en condiciones de secanos húmedos de la zona costera de Galicia.

MATERIAL Y MÉTODOS

El ensayo se realizó durante el periodo comprendido entre finales de junio y noviembre de 2016, en la finca experimental del Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo (CIAM), situada en la zona costera atlántica de Galicia a 100 m de altitud.

Las variedades evaluadas fueron tres híbridos comerciales: uno forrajero, Rumbosol 91 (R91) y dos oleíferos, ES Shakira (SHA) y P63LL104 (P63). El aprovechamiento del forraje se realizó en 5 fechas de corte, realizados cada dos semanas, desde el inicio de la floración (F) hasta la semana octava tras el inicio de floración (F+8). El momento de floración de cada variedad se tomó entre los estados R5.1-R5.5 de la escala de Schneiter y Miller (1981) equivalente a los estados 61-65 de la escala BBCH (Meier, 2001).

La siembra se realizó el 28 de junio de 2016 con una sembradora de precisión ajustada a una densidad teórica de 80×10^3 plantas ha^{-1} . Cada parcela elemental consistió en una superficie de 72 m^2 (6 m x 12 m) con 8 líneas de cultivo de 12 m longitud. Durante las labores preparatorias del terreno antes de la siembra se aplicaron 80 kg de N, 80 kg de P_2O_5 y 80 kg de K_2O por hectárea. Se realizó un tratamiento herbicida en preemergencia con Challenge (Aclonifen 60%), a dosis de 2,75 L ha^{-1} . La cosecha se realizó manualmente cortando las plantas de un transecto de 3 m a una altura de 12 cm de la base. Del total de la biomasa cosechada, se tomó una muestra de planta entera (PE) y se separaron manualmente las fracciones capítulo (CAP), constituida por el receptáculo, brácteas, pétalos, inflorescencias y/o semillas y parte vegetativa (PV) constituida por las hojas y los tallos. Cada fracción fue pesada y troceada por separado en una picadora de forrajes VIKING y, por cuarteos sucesivos, se tomó una alícuota de aproximadamente 1000 g de cada fracción y de la PE. La determinación de materia seca se realizó en estufa de aire forzado Unitherm, a 80 °C durante 16 h y el posterior procesado de la muestra seca y la estimación mediante espectroscopía de reflectancia en el infrarrojo cercano (NIRS) de la composición química, digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica (DMOIV) así como el cálculo posterior del contenido en energía neta leche (ENL) se ajustó a lo descrito por Pereira-Crespo *et al.* (2014).

El diseño experimental fue en parcelas divididas con 4 repeticiones, con la variedad como parcela principal y la fecha de corte como subparcela. El análisis estadístico se realizó mediante ANOVA considerando la variedad y la fecha de corte como factores fijos y la repetición como factor

aleatorio. La comparación de medias se realizó a través del test HMSD de Tukey, utilizando el procedimiento PROC GLM de SAS (SAS Institute, 2009).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El ensayo se llevo a cabo según lo previsto durante un verano con una precipitación acumulada de 160 mm, más baja de lo habitual y con una temperatura media de 17,7 °C desde el momento de siembra hasta la última fecha de cosecha. El cultivo se estableció satisfactoriamente y se desarrolló sin incidencia apreciable de malas hierbas, plagas y enfermedades ni ataques de pájaros en ninguna etapa de su desarrollo. El inicio de la floración tuvo lugar el 25 de agosto, 1 de septiembre y 8 de septiembre para P63, SHA y R91, respectivamente. El estado fenológico del cultivo en función de las semanas transcurridas tras el comienzo de la floración según las escalas de Schneiter y Miller (1981) y BBCH de Meier (2001), respectivamente, fue como se indica a continuación: F+2=(R5.5-R5.9 y 67-69), F+4=(R6-R7 y 71-81), F+6=(R8 y 83-85) y F+8=(R9 y 87-89). La altura media de las plantas de girasol fue de 1,45 ($\pm 0,16$) m, y el diámetro medio del tallo y del capítulo fueron de 2,03 ($\pm 0,22$) cm y 15,0 ($\pm 0,17$) cm, respectivamente.

Como puede observarse en la Tabla 1, en la que se exponen los resultados correspondientes a las diferentes fechas de corte como promedio de todas las variedades evaluadas, existe un fuerte efecto de la fecha de aprovechamiento sobre el rendimiento y la calidad del forraje. Los rendimientos medios de MS oscilaron entre 7068 y 10 738 kg MS ha⁻¹ en las fechas de corte F y F+8, respectivamente y los de energía entre 5533 y 11 805 UFL ha⁻¹. Con el avance de la madurez el rendimiento alcanzó un máximo de 11 640 Kg MS ha⁻¹ en F+6, para disminuir a continuación, si bien desde F+2 el incremento no fue significativo, mientras que el máximo de rendimiento en ENL se alcanza en F+8, no aumentando significativamente desde F+6. La contribución proporcional de las diferentes partes de la planta al rendimiento muestra un aumento de la fracción CAP, que pasa del 22,1 al 58,8 % entre F y F+8. Demarquilly y Andrieu (1972) indican que en la madurez fisiológica del girasol, el porcentaje de CAP se sitúa en torno al 60 %, valor próximo al observado en este trabajo.

Tabla 1. Efecto del momento de corte sobre el rendimiento y la contribución de las fracciones (capítulo y parte verde) al rendimiento.

FC	SC	PCTCAP	PRDMS	PRDENL	MS	MO	PB	FND	FAD	EE	CSA	DMOIV	UFL
F	65	22.1	7068	5533	15,5	88,4	8,0	40,8	29,7	1,8	23,8	67,1	0,78
F+2	79	41.7	10111	8028	15,5	91,2	7,5	41,9	32,0	3,5	21,5	65,2	0,79
F+4	93	50.2	9976	9342	17,2	88,5	8,4	40,8	32,9	14,3	10,4	56,6	0,93
F+6	107	54.0	11640	10065	21,7	86,5	8,4	39,0	33,6	20,0	7,5	50,7	1,00
F+8	121	58.8	10738	11805	42,7	81,3	9,4	39,4	36,1	22,4	5,2	42,3	0,94
<i>p</i>	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
<i>dms</i>	4,1	2,81	2090	1925	2,34	0,72	0,49	1,68	1,58	1,56	1,92	2,53	0,04

FC: Fecha de cosecha; SC: Días tras la siembra; PCTCAP: porcentaje de capítulo en la materia seca de la planta; PRDMS: rendimiento (kg MS ha⁻¹); MS: materia seca (%); PRDENL: rendimiento (UFL ha⁻¹); MO: materia orgánica (%MS); PB: proteína bruta (%MS); FND: fibra neutro detergente (%MS); FAD: fibra ácido detergente (%MS); EE: extracto etéreo (%MS); CSA: carbohidratos solubles en agua (%MS); DMOIV: digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica (%); UFL: Unidades forrajeras leche (kg⁻¹ MS), *p*: significación del test F en el ANOVA (***) *p*<0,001). *dms*: diferencia mínima significativa entre dos medias de la misma columna según el test HMSD de Tukey.

El contenido en MS del cultivo se mantuvo prácticamente constante, entre el 15,5 % y el 21,7 % desde el inicio de floración hasta F+6, momento a partir del cual la planta perdió humedad rápidamente, incrementando el contenido en MS hasta 42,7 %. Estos valores de MS son similares a

los referidos por Pereira-Crespo *et al.* (2014) y Flores-Calvete *et al.* (2016), ambos trabajos realizados en Galicia. La evolución de la calidad de la planta desde el inicio de floración hasta la octava semana se caracterizó por un descenso en el contenido en MO (de 88,4 a 81,3 %MS) y un incremento en el contenido en PB (de 8,0 a 9,4 %MS) y FAD (de 29,7 a 36,1 %MS). La evolución con el avance de la madurez de los contenidos de CSA y EE fue a la inversa con valores, respectivamente, de 23,8 a 5,2 %MS y de 1,8 a 22,4 %MS, mostrando la acumulación de grasa en las semillas con el avance de la madurez a partir de los carbohidratos sintetizados por la planta. Los valores de DMOIV de la muestra desengrasada descienden desde 67,1 % (F) hasta 42,3 % (F+8), siendo particularmente importante la variación en el último intervalo, entre F+4 y F+8, en el que el valor de DMOIV desciende 14,3 puntos en 4 semanas (-3,6 puntos/semana). Cuando se tiene en cuenta la energía aportada por el aceite de la semilla, se observa un incremento del valor energético de la planta entera desde 0,78 unidades forrajeras leche (UFL) kg⁻¹ MS en F hasta un máximo de 1,0 UFL kg⁻¹ MS en F+6.

El promedio de los resultados obtenidos para cada variedad en las diferentes fechas de corte (Tabla 2) permite observar que las producciones medias oscilaron entre 8650 y 10 640 kg MS ha⁻¹, y entre 7870 y 9960 UFL ha⁻¹ siendo la variedad más precoz P63 la que mostró un rendimiento significativamente menor en comparación con las otras dos variedades, que no se diferenciaron entre si. Fue observada una interacción significativa entre el momento de aprovechamiento y la variedad, de forma que las variedades más tardías SHA y R91 tenían un máximo de rendimiento de MS ha⁻¹ entre F+4 y F+6, mientras que la variedad más precoz no incrementaba significativamente su rendimiento a partir de F+2. Sin embargo, cuando se tiene en cuenta el rendimiento en ENL ha⁻¹ el momento de máximo aprovechamiento se traslada, para las tres variedades estudiadas, al intervalo F+4 a F+6, que se correspondería con un estado R7-R8 según la escala de Schneiter y Miller (1981).

Tabla 2. Efecto de la variedad de girasol sobre el rendimiento en materia seca y valor nutricional.

Variedad	SC	PCTCAP	PRDMS	PRDENL	MS	MO	PB	FND	FAD	EE	CSA	DMOIV	UFL
P63	86	47,2	8650	7870	25,8	86,8	8,2	39,8	30,6	12,7	14,8	56,2	0,90
SHA	93	47,6	10431	9960	19,3	87,3	8,8	39,8	33,3	14,1	12,2	56,1	0,93
R91	100	41,4	10640	9033	22,5	87,4	8,0	41,5	34,7	10,4	14,0	56,8	0,84
<i>p</i>	***	+	*	**	**	ns	*	**	*	***	+	ns	**
<i>dms</i>	3,5	1,8	1372	1265	1,7	-	0,32	1,10	1,03	1,02	1,26	-	0,03

SC: Días tras la siembra; PCTCAP: porcentaje de capítulo en la materia seca de la planta; PRDMS: rendimiento (kg MS ha⁻¹); MS: materia seca (%); PRDENL: rendimiento (UFL ha⁻¹); MO: materia orgánica (%MS); PB: proteína bruta (%MS); FND: fibra neutro detergente (%MS); FAD: fibra ácido detergente (%MS); EE: extracto etéreo (%MS); CSA: carbohidratos solubles en agua (%MS); DMOIV: digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica (%); UFL: Unidades forrajeras leche (kg⁻¹ MS); *p*: significación del test F en el ANOVA (ns: no significativo, + *p*<0.10, * *p*<0.05, ***p*<0.01, ****p*<0.001). *dms*: diferencia mínima significativa entre dos medias de la misma columna según el test HMSD de Tukey.

En cuanto al valor nutritivo medio de las diferentes variedades destacan, como características comunes a las mismas, la baja digestibilidad de la muestra desengrasada, el reducido contenido en proteína y la moderada proporción en carbohidratos solubles, que oscilaron en un rango de rango 56,1-56,8 % para DMOIV, de 8,0-8,8 %MS para PB y de 12,2-14,8 %MS para CSA, respectivamente. Las variedades de aceite (SHA y P63) mostraron una superior contribución proporcional del capítulo a la MS en comparación con la variedad forrajera R91 y consecuentemente el contenido en EE fue significativamente superior en aquellas. Esto hace que, a pesar de que los valores de DMOIV no fueran diferentes entre variedades, la forrajera R91 mostró un valor de energía neta significativamente inferior a las variedades de aceite. El contenido medio en MS fue también bajo,

especialmente para la variedad de aceite más tardía SH (19,3 %) comparado con la más precoz P63 (25,8 %) y la forrajera R91 (22,5 %). Esta variedad mostró los valores medios más elevados de FND (41,5-39,8 %MS) y FAD (34,7-30,6 %MS) mientras que no se observaron diferencias entre variedades para el contenido en MO (86,8-87,4 %MS).

Los rendimientos en MS obtenidos son superiores a los referidos por otros autores en Galicia (Flores-Calvete *et al.*, 2016; Pereira-Crespo *et al.*, 2014), si bien los valores de PB y DMOIV referidos por los autores citados fueron más elevados y los de EE más bajos que los obtenidos en el presente trabajo, lo que refleja la variabilidad causada por las diferentes variedades, condiciones de medio y manejo para el cultivo de girasol aprovechado como forraje. Flores-Calvete *et al.* (2016) indican que el momento en el que se maximiza la producción de MS y ENL es entre la tercera y cuarta semana después de la floración. Coincidiendo con estos resultados, Tosi *et al.* (1975) consideran que el momento más adecuado para ensilar se sitúa en el momento en que las plantas se encuentran en estado R6-R7 de la escala de Schneiter y Miller (1981). A este respecto, como indican Demarquilly y Andrieu (1972) debe ser considerado que un contenido bajo de MS de la planta de girasol no sólo compromete su aptitud para ensilar correctamente, sino que puede representar un riesgo ambiental por la elevada producción de efluente que se puede producir con valores inferiores al 25 %MS de la planta ensilada.

CONCLUSIONES

Los resultados muestran que la fecha de cosecha y la variedad modifican el rendimiento y el valor nutricional de la planta de girasol, e indican que para las variedades más tardías el rendimiento de materia seca y de energía por hectárea no se incrementa más allá de la sexta semana tras la floración, sin diferencias apreciables entre la variedad de aceite y la forrajera. La precocidad de la variedad parece afectar al momento óptimo de cosecha desde el punto de vista del rendimiento de materia seca, pero no de energía, por hectárea. En la elección del momento de cosecha para ensilar debe ser tenido en cuenta el contenido en materia seca de la planta, que es muy bajo en las semanas próximas a la floración.

AGRADECIMIENTOS

Trabajo financiado por los proyectos ATT 2016/106 de la Xunta de Galicia y RTA2012-00065-05-02 del INIA. Autora Sáinz Ramírez realizó una estancia en el CIAM en 2016 becada por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología del gobierno de México.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Demarquilly C. y Andrieu J. (1972) Chemical composition, digestibility and ingestibility of whole sunflower plant before and after ensiling. *Annales de Zootechnie*, 21(2), 147-162.

Flores-Calvete G., Botana-Fernández A., Pereira-Crespo S., Valladares-Alonso J., Pacio-Rivas B., Aguión-Sandá A. y Resch-Zafra C. (2016) Efecto do momento de corte sobre o rendemento e valor nutricional de dúas variedades de xirasol (*Helianthus annuus* L.) cultivadas para ensilar a finais do verán en Galicia. *Afriga*, 124, 86-94.

MAGRAMA. (2015) Anuario de Estadística del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Año 2015, 1090 pp. Gobierno de España.

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-Lorenzo B., Valladares J. , Díaz-Díaz N., Resch C., González-Arráez A., Flores-Calvete G. (2014) Evolución del rendimiento y calidad del girasol (*Helianthus annuus* L.), aprovechado para forraje tras la floración y desarrollo de calibraciones NIRS para la predicción del valor nutricional de los componentes morfológicos, *Pastos*, 44(2), 19-30.

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

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

Tan M, Yolcu H, Dumlu-Gul Z. (2015) Nutritive value of sunflower silages ensiled with corn or alfalfa at different rate. *Journal of Agricultural Sciences*, 21, 184-191.

Tosi H., Silveira A.C., Faria V.P. y Pereira R.L. (1975) Avaliação do girassol (*Helianthus annuus* L.) como planta para a ensilagem. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, 4(1), 39-48.