

EFFECTO 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

J. VALLADARES¹, S. PEREIRA-CRESPO², A. BOTANA¹, C. RESCH¹ Y G. FLORES-CALVETE¹

¹Instituto Galego de Calidade Alimentaria. Centro de Investigacións Agrarias de Mabegondo. (INGACAL-CIAM), Apdo. 10, 15080. A Coruña (España). ²Laboratorio Interprofesional Galego de Análise do Leite (LIGAL). Mabegondo, 15318 Abegondo. A Coruña (España).

Correspondencia: juan.valladares.alonso@xunta.gal

RESUMEN

El presente trabajo, realizado durante dos años en condiciones de secanos húmedos, estudia el efecto del tipo de cultivo de invierno (RNA: raigrás italiano o RH5L: mezcla de raigrás híbrido con tréboles anuales) y la dosis de nitrógeno (N) aportada al mismo mediante purín de vacuno (0, 50, 100 o 150 kg N ha⁻¹) sobre la composición nutricional y rendimiento del siguiente cultivo de verano (girasol con 75 kg de N ha⁻¹ y cosechado para forraje cuatro semanas tras la floración) y el rendimiento del conjunto de la rotación. La producción de materia seca (MS) del girasol (8270 y 6816 kg MS ha⁻¹ para RH5L y RNA, respectivamente) fue modificada significativamente por el cultivo anterior. El rendimiento total de la rotación fue afectado por el cultivo anterior y por la dosis de N, con valores medios de 13 895 y 10 109 kg MS ha⁻¹ para RH5L y RNA y de 10 886, 11 978, 12 106 y 13 038 kg MS ha⁻¹ para las dosis de 0, 50, 100 y 150 kg N ha⁻¹, respectivamente. Se concluye acerca de la superioridad de las rotaciones con mezclas de tréboles anuales, en las condiciones de ensayo, comparadas con el raigrás italiano.

Palabras clave: Cultivo de verano, leguminosas, rendimiento, valor nutricional, N orgánico

SUMMARY

In this work, we studied the effect of the preceding winter crop (RNA: Italian ryegrass vs. RH5L: mixture of annual clovers and a hybrid ryegrass) and the dose of slurry nitrogen (N) applied in autumn (0, 50, 100 and 150 kg N ha⁻¹) on the summer crop productivity (sunflower grown for forage receiving 75 kg N ha⁻¹ and harvested four weeks after flowering) and on the whole rotation. Sunflower dry matter (DM) yield (8270 y 6816 kg DM ha⁻¹ for RH5L and RNA, respectively) was significantly modified by the previous winter crop. Total rotation yield was also affected by the preceding crop and by the N dose applied in autumn, with average values of 13.895 and 10.109 kg DM ha⁻¹ for RH5L and RNA and of 10.886, 11.978, 12.106 and 13.038 kg DM ha⁻¹ for 0, 50, 100 and 150 kg N ha⁻¹ doses, respectively. We concluded that the rotations with a mixture of annual clover performed better compared to the Italian ryegrass.

Key words: Summer crop, forage legumes, yield, nutritive value, slurry N

INTRODUCCIÓN

El girasol (*Helianthus annuus* L.) es un cultivo de verano que puede ser utilizado para la producción de forraje ensilado. Aunque comparado con el maíz forrajero presenta un menor rendimiento en ocasiones puede ser una alternativa interesante en caso de siembras tardías, de terrenos con baja capacidad de retención de agua y zonas con escasa pluviometría al ser una planta

de ciclo más corto, con mayor tolerancia a la sequía y menor necesidad de nutrientes (Pereira-Crespo *et al.*, 2014).

Por otra parte, los requerimientos de diversificación de cultivos durante el periodo de verano impuesto para el cobro del llamado “pago verde” de la PAC es otro factor que ha generado interés acerca de este cultivo, a lo cual se une el hecho de que en los últimos años se esté sembrando con maíz fincas que no cumplen los requisitos para el cultivo, lo que provoca bajos rendimientos y altos costes unitarios de producción (Flores *et al.*, 2016).

Estas circunstancias generan demanda de información acerca de las posibilidades del girasol para ocupar un lugar en las rotaciones forrajeras intensivas de dos cultivos por año para la producción de leche. En Galicia el cultivo de invierno de referencia en estas rotaciones es el raigrás italiano. Existen evidencias de que las mezclas de tréboles anuales pueden substituir ventajosamente a este cultivo, aumentando el rendimiento proteico de las rotaciones con maíz sin penalizar la productividad de MS por hectárea (Botana *et al.*, 2016). No existe hasta el momento información acerca del comportamiento productivo de las rotaciones de raigrás italiano o mezclas de tréboles anuales como cultivo invernal, con girasol como cultivo de verano.

En un contexto de economía del uso de fertilizantes de síntesis por razones económicas y ambientales, el presente trabajo tiene como objetivo el obtener información acerca de si el tipo de cultivo de invierno y de la dosis de N procedente de purín que recibió en la siembra ejercen alguna influencia sobre el comportamiento productivo y nutricional del girasol como siguiente cultivo de verano y del rendimiento total de la rotación.

MATERIAL Y MÉTODOS

El ensayo se llevó a cabo durante dos años (2013 y 2014) en la finca experimental del Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo (CIAM) en la provincia de A Coruña (Latitud 43° N, Longitud 8° O) situada en la zona costera atlántica de Galicia, a 100 m. de altitud s.n.m., clima templado-húmedo con suelos de profundidad media, de textura franco-limosa, moderadamente ácidos y niveles medios de fertilidad en P y K.

Se utilizó una superficie experimental, de 1,06 ha, dividida en 32 parcelas elementales de 5,0 m de ancho y 66,0 m de largo, con dimensiones suficientes para la realización de las labores con la maquinaria de la explotación. Durante los dos años de ensayo estas parcelas siguieron una rotación de un cultivo de invierno seguido de girasol como cultivo de verano. En el cultivo de invierno, sembrado en la primera quincena de noviembre del año precedente y cosechado a mediados del mes de mayo de cada año, se había seguido un diseño en parcelas divididas con cuatro repeticiones donde la parcela principal era el tipo de cultivo (RNA: un monocultivo de raigrás italiano no alternativo y RH5L: una mezcla de leguminosas anuales del género *Trifolium* con un raigrás híbrido diploide) y la subparcela la dosis de N procedente de purín que había recibido el cultivo de invierno inmediatamente antes de la siembra (0, 50, 100 y 150 kg N ha⁻¹) cuyas características y rendimientos se describen en el trabajo de Valladares *et al.* (2017).

Una vez realizada la cosecha del cultivo de invierno, se alzó terreno y tras las restantes labores preparatorias se aportó una dosis única de 75 kg de N ha⁻¹ procedente de purín aplicado inmediatamente mediante inyección en el terreno (composición media por m³ para los dos años de 3,2 kg de N, 1,9 kg de P₂O₅ y 4,7 kg de K₂O, con una eficiencia de utilización del N estimada en el 67%), complementada con 120 kg ha⁻¹ de superfosfato cálcico 18%, resultando en un aporte medio total de 85 kg ha⁻¹ de P₂O₅ y 167 kg ha⁻¹ de K₂O.

La siembra del girasol se realizó en la primera quincena de junio en cada parcela elemental mediante una sembradora neumática monograno de 4 líneas a 0,80 m con la variedad IMIKO (Elosua) a dosis de 95 000 semillas /ha. Cuando el cultivo se encontraba en estado de 5-6 pares de hojas se aplicó el herbicida Pulsar 40 (materia activa Imazamox 4,0%) a dosis de 1,0 L ha⁻¹. La cosecha del girasol se realizó a mediados de septiembre cuando el cultivo se encontraba aproximadamente en la semana 5 tras la floración en un estado R7-R8 de la escala de Schneiter y Miller (1981), siendo recogidas las dos líneas centrales de cada parcela elemental en toda su longitud mediante una cosechadora picadora de precisión autopropulsada Cibus-Wintersteiger, especial para ensayos, con pesada de forraje picado y toma automática de muestras.

La determinación de materia seca (MS) se realizó en estufa de aire forzado Unitherm a 80°C durante 16 horas y el posterior procesamiento 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.* (2012).

El análisis estadístico fue realizado mediante ANOVA considerando el año y el bloque como factores aleatorios y el cultivo de invierno y la dosis de N recibida por este como factores fijos. Las comparaciones de medias se realizaron mediante la diferencia mínima significativa protegida de Fisher, empleando el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS (SAS Institute, 2009).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La temperatura media y la precipitación acumulada del período de cultivo entre los meses de junio a septiembre fueron, respectivamente, de 18,2 y 109,0 mm en 2013 y de 18,5 °C y 195,0 mm en 2014. Comparado con la media de los 15 últimos años para dicho período (18,0 °C y 163,2 mm) el ensayo se desarrolló en condiciones de temperatura algo más cálida, siendo el verano de 2013 notablemente más seco y el 2014 más lluvioso que lo habitual. El cultivo se estableció satisfactoriamente los dos años y se desarrolló sin incidencias apreciables de hierbas adventicias, plagas y enfermedades.

Como se observa en la Tabla 1 el tipo de cultivo de invierno influyó significativamente en el contenido en proteína bruta (PB), carbohidratos solubles (CSA), carbohidratos no estructurales (CNET) y rendimiento del girasol. Cuando el cultivo anterior fue la mezcla de tréboles anuales RH5L el contenido en PB y la producción por hectárea del girasol aumentaron, en comparación con lo observado para el cultivo invernal de raigrás italiano RNA, mientras que las concentraciones de CNET y CSA disminuyeron (valores medios de 7,9 y 7,4 %MS para PB, 10,3 y 12,0 %MS para CSA, 11,5 y 13,1 para CNET, 8270 y 6816 kg ha⁻¹ MS y 659 y 505 kg PB ha⁻¹, respectivamente, para RH5L y RNA). Estas tendencias parecen deberse a una mayor disponibilidad de N dejado en el terreno a disposición del cultivo siguiente por la mezcla de leguminosas respecto al cultivo de raigrás. La dosis de N aplicada en el cultivo anterior no influyó significativamente en ninguno de los parámetros de rendimiento y composición analizados salvo para el contenido en CSA y CNET del girasol, algo más elevados en las parcelas que no recibieron aporte de N en el otoño anterior. Esta falta de respuesta se achaca al posible lavado de las formas solubles de N durante los inviernos de 2013 y 2014 debido a las elevadas precipitaciones registradas (Valladares *et al.*, 2017).

El año afectó significativamente a la composición nutricional y al rendimiento del girasol. Así, comparado con el año 2014 de verano húmedo, en 2013 los contenidos en MS, extracto etéreo (EE), CSA, CNET y digestibilidad (IVDMO) del girasol fueron más elevados, como respuesta al estrés hídrico soportado en un verano notablemente seco. En contrapartida, la mayor humedad en el suelo

a disposición del cultivo de girasol en 2014 incrementó el rendimiento de MS un 16,8% y el de PB un 29,4% con relación al año anterior, con valores medios de 6959 y 8127 kg MS ha⁻¹ y de 507 y 656 kg PB ha⁻¹, respectivamente, para 2013 y 2014.

Tabla 1. Efecto del cultivo anterior y del nivel de N aplicado con purín en otoño sobre el rendimiento y valor nutricional del girasol fertilizado a dosis fija de 75 kg N ha⁻¹

	Cultivo invernral			Dosis de N aplicada (kg/ha)						Año		
	RH5L	RNA	p	0	50	100	150	p	e.s.m.	2013	2014	p
n	32	32		16	16	16	16			32	32	
MS	23.4	22.2	ns	22.6	22.7	22.8	23.0	ns	0.27	24.1	21.5	**
MO	90.5	90.8	ns	90.5	90.8	90.7	90.6	ns	0.17	90.8	90.5	ns
PB	7.9	7.4	*	7.6	7.5	7.8	7.8	ns	0.19	7.3	8.0	*
FAD	34.1	33.4	ns	33.1	34.0	33.7	34.1	ns	0.49	34.5	32.9	ns
FND	45.1	44.7	ns	43.8	45.0	45.2	45.6	ns	0.77	43.7	46.1	*
EE	14.8	14.0	ns	14.8	14.6	14.3	14.0	ns	0.46	13.5	15.3	*
CSA	10.3	12.0	*	12.2	11.3	10.7	10.6	**	0.28	13.9	8.5	*
CNET	11.5	13.1	***	13.1	12.3	11.9	11.7	*	0.27	14.8	9.7	*
IVDMO	59.6	60.2	ns	60.0	59.8	59.9	59.9	ns	0.25	61.4	58.4	**
ENL	1.72	1.70	ns	1.73	1.72	1.71	1.69	ns	0.02	1.71	1.72	ns
Rendimiento												
kg MS/ha	8270	6816	*	7181	7693	7552	7746	ns	152.9	6959	8127	*
kg PB/ha	659	505	*	548	583	588	608	ns	17.23	507	656	**

n=número total de observaciones; MS: materia seca (%); MO: materia orgánica (%MS); PB: proteína bruta (%MS); FAD: fibra ácido detergente (%MS); FND: fibra neutro detergente (%MS); EE: extracto etéreo (%MS); CSA: carbohidratos solubles en agua (%MS); CNET: carbohidratos no estructurales totales (%MS); IVDMO: digestibilidad de la MO *in vitro*; ENL: energía neta leche (Mcal/kg MS); p: significación del test F en el ANOVA (p<0.001 ***, p<0.01 **, p<0.05 *, ns: no significativo); e.s.m.: error estándar de la media.

Tabla 2. Productividad de las rotaciones con girasol como cultivo de verano y raigrás italiano o una mezcla de tréboles anuales como cultivos de invierno, fertilizados con purín a dosis variable de N en el invierno y dosis fija de 75 kg de N ha⁻¹ en verano

	Rotación de girasol con			Dosis de N en el cultivo invernral (kg ha ⁻¹)						Año		
	RH5L	RNA	p	0	50	100	150	p	e.s.m.	2013	2014	p
n	32	32		16	16	16	16			32	32	
Rendimiento rotación												
kg MS/ha	13895	10109	**	10886	11978	12106	13038	***	126.3	11257	12747	**
kg PB/ha	1442	720	***	1004	1070	1093	1155	*	25.09	957	1205	**
% Cultivo de verano												
MS/ha	59.3	67.5	*	67.1	64.7	62.6	59.3	**	1.05	62.2	64.6	ns
PB/ha	45.5	69.6	***	59.5	58.5	57.2	54.9	ns	1.14	56.7	58.4	ns

n=número total de observaciones; MS: materia seca; PB: proteína bruta; p: significación del test F en el ANOVA (p<0.001 ***, p<0.01 **, p<0.05 *, ns: no significativo); e.s.m.: error estándar de la media.

Los resultados obtenidos en este trabajo confirman los referidos por otros autores que estudiaron recientemente la respuesta del girasol en condiciones de secano y regadío en áreas interiores de Galicia (Sainz-Ramírez *et al.*, 2017). Cuando se tiene en cuenta el rendimiento obtenido en el cultivo de invierno (Valladares *et al.*, 2017) se obtiene la productividad total de la rotación que se muestra en la Tabla 2. Cuando se promedian todos los tratamientos, los valores medios de la rotación de girasol con el cultivo de invierno fueron de 12 002 kg MS ha⁻¹ y 1081 kg PB ha⁻¹.

En los mismos años y la misma localidad, Botana *et al.* (2016) encuentran que las rotaciones de maíz con raigrás italiano o mezclas de tréboles semejantes a las del presente trabajo rinden de media 19 065 kg MS ha⁻¹ y 1261 kg PB ha⁻¹, lo que supera en un 58% y un 17%, respectivamente al rendimiento medio encontrado en el presente trabajo.

Cuando el cultivo invernal fue la mezcla RH5L, comparada con RNA el rendimiento total de la rotación en MS aumentó un 37%, desde 10 109 a 13 895 kg ha⁻¹ y el de PB se duplicó, pasando de 720 a 1442 kg ha⁻¹. El efecto positivo de la inclusión de leguminosas en la rotación es también señalado por Botana et al. (2016) para el maíz, si bien los resultados observados a favor de las mezclas de tréboles con raigrás híbrido, comparado con el cultivo monofito de raigrás (+6% y +46% para el rendimiento de MS y PB por hectárea) son inferiores a los encontrados en el presente trabajo para las rotaciones con girasol.

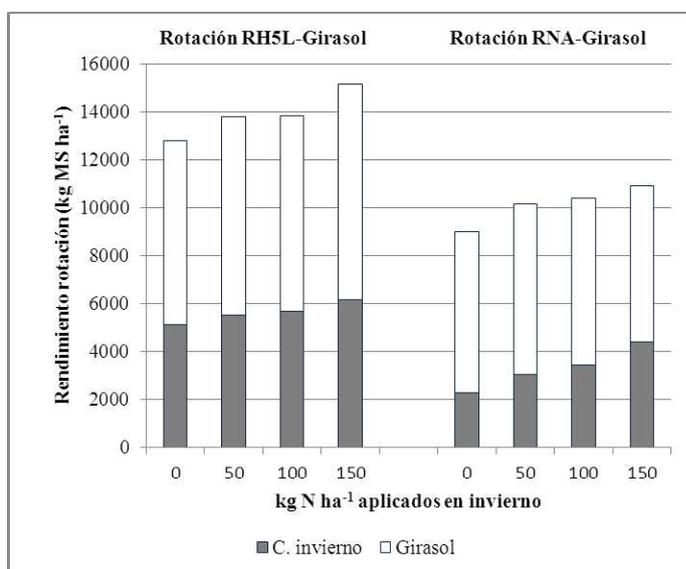


Figura 1. Producción de la rotación de girasol con raigrás italiano (RNA) o con mezcla de tréboles anuales (RH5L) a diferentes niveles de aplicación de N en el cultivo de invierno y fertilizado a la misma dosis de 75 kg N ha⁻¹ en el cultivo de verano.

En la Figura 1 se aprecia la variación del rendimiento total de MS de la rotación de girasol con la mezcla de tréboles anuales y con el raigrás italiano, así como la contribución de los cultivos de invierno y de verano a la rotación en el rango de dosis de fertilización con N aportada en otoño. Mientras que en la rotación con RH5L la proporción relativa entre ambos cultivos permanece inalterada (40% para RH5L y 60% para girasol), en el caso del raigrás italiano este porcentaje varía entre el 25% y el 40% para RNA y 75% y 60% para el girasol, lo cual refleja la respuesta del raigrás italiano al aporte de N en otoño, mientras el rendimiento del girasol se mantiene prácticamente inalterado.

CONCLUSIONES

En las rotaciones de dos cultivos por año con girasol como cultivo de verano, el cultivo de invierno afectó a la composición y rendimiento del cultivo de verano y a la productividad total de la rotación. La introducción de mezclas de tréboles anuales en la rotación como cultivo de invierno en sustitución del raigrás italiano mejoró substancialmente el rendimiento total de materia seca y de proteína por hectárea. Los resultados obtenidos confirman que las rotaciones con girasol presentan una productividad media moderada y en todo caso inferior a la obtenida con maíz en secanos templado-húmedos. Sin embargo, pueden ser de utilidad en las zonas con mayores dificultades para el maíz, aunque la inferior productividad del girasol puede encarecer el coste de cosecha y ensilado.

AGRADECIMIENTOS

Trabajo financiado por proyectos RTA2012-00065-05-02 y RTA2014-00086-C03-03.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Botana A., Valladares J., Pereira-Crespo S., Díaz N., Resch C., Fernández-Lorenzo B., Dagnac T., Veiga M. y Flores G. (2016) Las mezclas de leguminosas anuales pueden mejorar la productividad de la rotación raigrás italiano-maíz forrajero. En: M.D. Báez *et al* (Eds). *Innovación sostenible en pastos: Hacia una agricultura de respuesta al cambio climático* pp. 81-86, Lugo-A Coruña, SEEP.

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.

Pereira-Crespo S., Valladares J., Flores G., Fernandez-Lorenzo B., Resch C., Piñeiro J., Díaz N., Gonzalez-Arreaez A., Bande-Castro M., Rodriguez-Diz X. (2012) Prediction of the nutritive value os annual forage clovers and serradella by near infrared spectroscopy (NIRS). En Acar *et al.* (eds) *New approaches for grassland research in a contexto f climate and socio-economic changes*, pp 241-244. Samsun, Turkey: Options méditerranéennes.

Pereira-Crespo S., Flores G., Gonzalez-Arreaez A., Fernández-Lorenzo B., Valladares J., Díaz N., Resch C. (2014) rendimiento y valor nutricional del girasol aprovechado para forraje tras las floración. En Busqué *et al.* (eds) *Pastos y PAC 2014-2020*, pp 357-364. Cantabria, España: Sociedad Española para el Estudio de los Pastos.

Sainz-Ramírez A., Botana A., Valladares J., Pereira-Crespo S., Veiga M. y Flores G. (2017) Efecto de la disponibilidad de agua sobre el rendimiento, composición química y valor nutricional de tres variedades de girasol cosechadas para forraje en la zona seca de Galicia. *56 Reunión Científica de la SEEP*, Barcelona.

SAS Institute (2009) *Stat User's guide*, V.9.2, SAS Institute INC., Cary, NC, USA.

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

Valladares J., Pereira -Crespo S., Botana A., Resch C. y Flores G. (2017). Efecto de la fertilización con una dosis variable de nitrógeno procedente de purín de vacuno sobre el rendimiento y valor nutricional de una mezcla de tréboles anuales y raigrás híbrido, comparada con raigrás italiano como cultivos de invierno para ensilar. *56 Reunión Científica de la SEEP*, Barcelona.