

RENDIMIENTOS DE VARIAS ASOCIACIONES FORRAJERAS EN PRODUCCIÓN ECOLÓGICA BAJO CONDICIONES LIMITANTES EN LA DEHESA SALMANTINA

J. Plaza^{1*}, M. Criado¹, R. Morales-Corts¹, BR. Vázquez-de-Aldana², I. Zabalgogezcoa², R. Pérez-Sánchez¹, MA. Gómez-Sánchez¹, C. Palacios¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias y Ambientales. Universidad de Salamanca. Av. Filiberto Villalobos, 119, E37007, Salamanca.

²Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Salamanca (IRNASA-CSIC). Cordel de Merinas 40-52; 37008 Salamanca.

*email: pmjavier@usal.es

<https://doi.org/10.59187/revistaagroecologia.v15i1.18>

Resumen

Las asociaciones de cultivos forrajeros son las más adecuadas en producciones ecológicas destinadas a la alimentación animal. En este estudio, desarrollado en el ecosistema dehesa, en una finca ubicada en el sureste de la provincia de Salamanca, se cultivaron al amparo de la normativa europea de producción ecológica ocho asociaciones de especies forrajeras (1: veza-cebada-triticale, 2: veza-triticale, 3: veza-centeno, 4: veza-avena, 5: guisante-cebada-triticale, 6: guisante-triticale, 7: guisante-centeno, 8: guisante-avena). Se estimaron los rendimientos productivos en secano utilizando un diseño aleatorio con parcelas de 25x16 m y tres réplicas de cada asociación. Los resultados de producción muestran que, en condiciones de estrés hídrico, existen diferencias significativas para las asociaciones veza-cebada-triticale (1.160 kg/ha) y guisante-centeno (1.980 kg/ha), que presentan las producciones más bajas y más elevadas, respectivamente. Las asociaciones con guisante parecen mostrar un mayor rendimiento que las de veza, pudiéndose deducir que presentan una mayor resistencia al estrés hídrico y una mejor adaptabilidad a las condiciones de la dehesa.

Palabras-clave: cultivos mixtos, estrés hídrico, leguminosas

1. Introducción

Los sistemas de dehesas se extienden por el cuadrante sudoccidental de la Península Ibérica y se caracterizan por su uso y aprovechamiento por la ganadería extensiva (Escribano *et al.*, 2002). Tradicionalmente, sus producciones herbáceas y arbóreas han cubierto las necesidades alimenticias de la ganadería extensiva, aunque recurriendo a la trashumancia como elemento compensador de los desequilibrios estacionales en la producción de pastos.

En la actualidad, la práctica de la trashumancia en las ganaderías extensivas de las dehesas es prácticamente testimonial, dejando paso en la mayoría de los casos al cultivo y henificación de forrajes compuestos por cereales y leguminosas de aptitud forrajera, con los que, entre otros recursos, se suele hacer frente a las necesidades nutritivas de los animales en las épocas de escasez de alimento.

La provisión de forraje de calidad para alimentación del ganado es un elemento clave de los sistemas de producción, en general, y de los sistemas ecológicos de forma particular. Además de prados y praderas que proporcionan pasto para su aprovechamiento a diente o como forraje conservado, la producción de otros cultivos forrajeros es un elemento clave de los sistemas de producción ecológica, hecho que en estos últimos años cobra, si cabe, aun más importancia debido al alto coste de los insumos alimentarios utilizados en este tipo de producción (Flores-Calvete *et al.*, 2019).

El cultivo mixto o asociación de cultivos es una práctica muy antigua en los sistemas agrícolas tradicionales, que en los últimos años está resurgiendo gracias a numerosas investigaciones (Andueza *et al.*, 1996; Mangado & Eguinoa, 2003) que afirman que se obtienen mayores rendimientos en sistemas de policultivo que en monocultivo. Además, esta práctica es ventajosa desde un punto de vista ecológico ya que contribuye a mantener la biodiversidad de los agroecosistemas y a aumentar la diversidad de formas de actuación sobre la mejora de las condiciones de los microorganismos y de la estructura del suelo.

En este contexto, destaca también la ventaja que ofrece la siembra de asociaciones respecto a problemas de plagas y enfermedades, que pueden ser más graves en sistemas de monocultivo que en asociación de cultivos, debido a su menor base genotípica (Andueza *et al.*, 1996; Helenius, 1991). Otras ventajas de las asociaciones de cereales y leguminosas frente a los monocultivos como forraje son la mayor estabilidad de los rendimientos interanuales, el incremento en el contenido en proteína, la mayor eficiencia en el aprovechamiento del agua y el incremento de los rendimientos en los cultivos siguientes (Anil *et al.*, 1998; Fernández-Lorenzo *et al.*, 2007).

El objetivo de este estudio fue conocer el rendimiento de diferentes asociaciones forrajeras cultivadas al amparo de la normativa ecológica en un entorno de dehesa y con unas condiciones edafoclimáticas limitantes.

2. Materiales y métodos

2.1 Área de estudio

El estudio se desarrolla en una granja agroganadera adscrita a la producción ecológica, situada en el municipio de Larrodrigo, en el sureste de la provincia de Salamanca (40°42'39"N 5°26'15"W). La granja se enmarca en un entorno adehesado donde alternan campiñas cerealistas que se entremezclan con dehesas de encinas, encontrándose la granja en el ecotono entre los ecosistemas agrícolas del centro de la provincia y los bosques de las sierras del sur de la misma.

Las principales especies cultivadas son forrajeras cuyo destino final es el autoconsumo en la finca como aporte alimentario a la cabaña ganadera, si bien también se cultivan especies cerealistas destinadas a la obtención de grano, especialmente trigo.

El experimento se desarrolló en secano, durante una campaña caracterizada por las escasas precipitaciones, concretamente menos de 350 mm anuales (estación meteorológica de Pedraza de Alba, AEMET). Las temperaturas son propias de clima mediterráneo con influencia continental, pudiendo existir elevada amplitud térmica, extendiéndose el periodo de helada entre octubre y abril. Las parcelas experimentales se sitúan a una altitud de 906 msnm, en un entorno llano propio de la posición de terraza que ocupan. Los cultivos se desarrollan sobre depósitos de escasa potencia (1 m) de gravas, arenas y cantos, principalmente, existentes sobre areniscas arcósicas. Los suelos fueron catalogados como Luvisoles, de moderado desarrollo, con pH ácido, textura franco arcillo arenosa, muy pedregosos, baja saturación en bases, escaso contenido en nutrientes y ausencia de carbonatos (Tabla 1). Con todo ello, se puede decir que las condiciones bajo las que se realizó este experimento son limitantes para el desarrollo de los cultivos.

Tabla 1. Características analíticas del suelo.

pH	5,52
% Materia Orgánica	1,12
C/N	12,7
P (ppm)	66,05
Ca (ppm)	1.423,07
K (ppm)	329,88
Mg (ppm)	248,61
Conductividad (mS/cm)	0,04

2.2 Diseño del experimento y recolección de muestras

Para el presente estudio, se seleccionaron ocho asociaciones (tratamientos -T-) de especies forrajeras compuestas por una leguminosa y, al menos, un cereal (Tabla 2): T1: veza-cebada-triticale, T2: veza-triticale, T3: veza-centeno, T4: veza-avena, T5: guisante-cebada-triticale, T6: guisante-triticale, T7: guisante-centeno, T8: guisante-avena.

Tabla 2. Principales características de las variedades utilizadas.

Especie	Variedad	Características
Veza común (<i>Vicia sativa</i>)	Rada	- Doble aptitud (grano y forraje) - Alta productividad - Floración precoz - Porte semi-erecto, alta y resistente a la dehiscencia. - Muy resistente a enfermedades fúngicas
Guisante (<i>Pisum sativum</i>)		- Variedad forrajera (desarrollada por ITACyL) - Alta producción - Buena adaptabilidad al frío y a suelos pobres - Gran porte y buena resistencia al encamado - Tolerancia a suelos salinos
Cebada (<i>Hordeum vulgare</i>)	Yuriko	- Variedad 6 carreras - Alta producción de grano y forraje - Resistente a enfermedades fúngicas
Triticale (<i>Triticum x Secale</i>)	Elleac	- Variedad muy vigorosa - Tolerancia media a enfermedades fúngicas - Gran producción y estabilidad - Alta resistencia al encamado
Centeno (<i>Secale cereale</i>)	Serafino	- Gran vigor y alto poder de ahijamiento - Alta resistencia al encamado - Precoz en la maduración - Alta resistencia al cornezuelo
Avena (<i>Avena sativa</i>)	RGT Chapela	- Plantas de talla media - Elevado poder de ahijamiento - Precoz en el espigado y maduración de granos

Se diseñó un campo de experimentación en bloques completos al azar con 3 repeticiones, compuesto por un total de 24 parcelas de 25 x 16 m cada una, distribuidas en tres filas de ocho parcelas. Entre cada parcela, existía una separación de 4 m, y entre cada fila, un pasillo de 8 m de separación. En total, cada parcela constaba de 400 m², y cada tratamiento, por tanto, de 0,12 ha cultivadas. De manera aleatoria, se distribuyeron las diferentes asociaciones por las parcelas, con la única premisa de que existiera una repetición de cada tratamiento por fila (Figura 1).

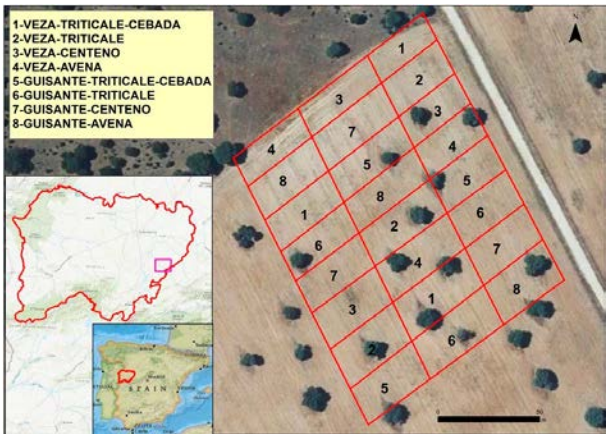


Figura 1. Localización del experimento y distribución de las asociaciones estudiadas en parcelas de 25x16 m.

El laboreo consistió en un primer pase de gradas y posteriormente un abonado de fondo, para lo cual se empleó la enmienda orgánica ECOFEM (pellets de compost de estiércol con un 63% de materia orgánica), pasándose el cultivador para la correcta incorporación del abono y dejar preparado el lecho de siembra. Cuando se realizó la siembra, la sembradora llevaba incorporado un peine tras las botas que permitió ir enterrando la semilla a la profundidad adecuada.

La recolección de muestras se efectuó cuando los cereales de encontraban en madurez lechosa. En cada parcela se recolectaron dos muestras, obteniendo un total de seis muestras por cada asociación. Para ello, se empleó un cuadrante de muestreo de 50 cm de lado y se cortó el material vegetal a ras de suelo con la ayuda de tijeras de poda y hoz. Tras la recolección, se segregó el material vegetal de interés (cereal y leguminosa) de la vegetación adventicia. Posteriormente, se estimaron los rendimientos productivos en términos de materia seca (MS). Para ello, la muestra segregada (105 – 377 g) fue secada en estufa de aire forzado a 60°C durante 48 h.

Además, con el objetivo de comparar la producción ecológica del experimento con la convencional efectuada en la zona (asociación veza-avena), se procedió a recoger tres muestras de la misma. Se eligió una parcela próxima a nuestro experimento para que las condiciones edafoclimáticas fueran lo más parecidas posibles.

Los datos se analizaron estadísticamente mediante ANOVA de una vía para determinar el efecto del factor tratamiento en los diferentes parámetros, y el test Waller-Duncan para comparación posterior de medias.

3. Resultados y discusión

Las producciones totales (incluyendo la vegetación adventicia) de cada asociación estudiada se presentan en la Figura 2. La asociación guisante-centeno muestra la mayor producción total (3.094,8 kg ha⁻¹), si bien no se observan grandes diferencias entre ellas ($F=1,892$; $P=0,076$), encontrándose la producción en el rango 2.000-3.000 kg ha⁻¹. Por su parte, destaca la menor producción total de la veza-avena en convencional, debido a la escasa incidencia de otras especies.

En la Figura 3 se presenta el porcentaje de otras especies presentes en cada muestra de forraje recogida. El ANOVA indica que el tratamiento (asociación) no tiene un efecto significativo en dicho porcentaje ($F=0,817$; $P=0,579$). Es de destacar una presencia de otras especies > 50% en los tratamientos con tres especies, y del 35% en la asociación guisante-centeno.

Considerando los datos de producción exclusivos de las especies incluidas en la asociación (Figura 4), el ANOVA muestra un efecto significativo del tratamiento ($F=3,229$; $P=0,006$). La asociación guisante-centeno es la que muestra una mayor producción (1.980 kg ha⁻¹). Este resultado coincide observado por otros autores (Fernández-Lorenzo *et al.*, 2007; Maya *et al.*, 2017), quienes obtuvieron en condiciones edafoclimáticas similares los mayores rendimientos productivos en aquellas

asociaciones en las que estaba presente el guisante. La producción de la asociación veza-avena en convencional muestra una producción similar (1.987 kg ha⁻¹). En general, las asociaciones que tienen veza como leguminosa muestran producciones más bajas que las que presentan guisante (Figura 4). Además, los tratamientos que tienen mezcla de tres especies son los que peores rendimientos productivos mostraron, especialmente debido al mal comportamiento de la cebada.

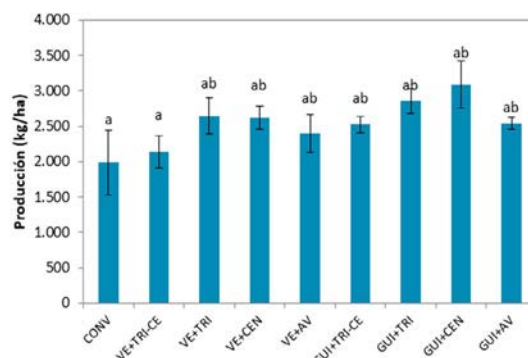


Figura 2. Producción total de cada una de las asociaciones, incluyendo la vegetación adventicia. CONV: veza-avena en siembra convencional; VE: veza; GUI: guisante; TRI: triticale; CE: cebada; AV: avena; CEN: centeno.

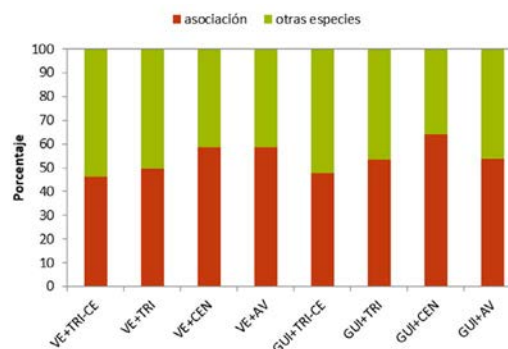


Figura 3. Proporción de la asociación y otras especies de la vegetación adventicia (% de materia seca) en la muestra recogida, en cada tratamiento. VE: veza; GUI: guisante; TRI: triticale; CE: cebada; AV: avena; CEN: centeno.

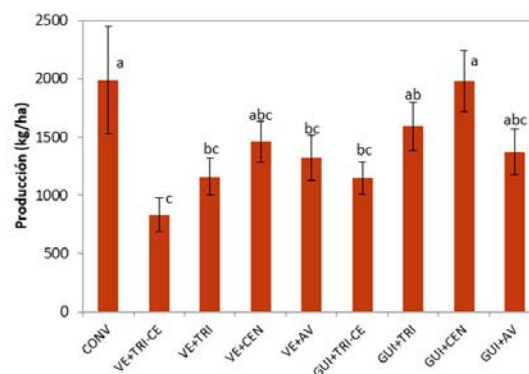


Figura 4. Producción de la asociación después de retirar la muestra de especies de la vegetación adventicia. CONV: veza-avena en siembra convencional; VE: veza; GUI: guisante; TRI: triticale; CE: cebada; AV: avena; CEN: Centeno.

Por tanto, en las situaciones edafoclimáticas limitantes existentes la asociación que mejor resultado presentó fue la de guisante-centeno, con producciones similares a las mezclas forrajeras que se cultivan de manera convencional en el entorno (veza-avena). El guisante mostró en general una mejor adaptación al terreno que la veza, lo que se relaciona con la escasa disponibilidad de agua y acidez del suelo. La cebada mostró una pésima aclimatación a las condiciones existentes, que provocó que apenas se recolectara una escasa cantidad. Por otro lado, la mayor presencia de otras especies en las asociaciones que contienen veza y/o cebada puede interpretarse como un factor adicional que puede limitar el desarrollo de las mismas, más sensibles a la competencia que el guisante y resto de cereales. Respecto al resto de cereales, los mayores rendimientos se asocian con el centeno, que también aporta las mayores producciones para la veza, lo que demuestra la adaptabilidad del mismo en entornos limitantes. El triticale muestra también aceptables producciones con el guisante, si bien con la veza son menores. Para el caso de la avena, las producciones son muy similares para ambas leguminosas, y en el caso de la veza-avena podría comportarse como buena alternativa forrajera en ecológico si las condiciones son más benévolas.

4. Conclusiones

La asociación que mejor se adaptó a las condiciones edafoclimáticas limitantes del ensayo fue la de guisante-centeno. Las asociaciones con guisante mostraron en general mejor respuesta a las condiciones limitantes de humedad y acidez que las de veza. Entre los cereales, destacó el centeno, obteniéndose producciones aceptables con el triticale y la avena, y siendo muy malas para el caso de la cebada.

La producción de la asociación forrajera de veza-avena cultivada en sistema convencional no presentó tanta incidencia de otras especies como las asociaciones estudiadas, pero sus rendimientos fueron similares a los obtenidos con la asociación guisante centeno.

Para constatar con aun mayor fiabilidad el comportamiento productivo de estas asociaciones de cultivo, se tratarán de confirmar estos resultados en ensayos posteriores.

Bibliografía

- Andueza G.P., Gutiérrez J.A., Mozos M. (1996). Efecto sobre el rendimiento del cultivo mixto lenteja-cebada a diferentes dosis de siembra. *Agricultura Ecológica y Desarrollo Rural. II Congreso de La Sociedad Española de Agricultura Ecológica*, 459–466.
- Anil L., Park J., Phipps R.H., Miller F.A. (1998). Temperate intercropping of cereals for forage: A review of the potential for growth and utilization with particular reference to the UK. *Grass and Forage Science*, 53(4), 301–317. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2494.1998.00144.x>

- Escribano M., Rodríguez de Ledesma A., Mesías F.J., Pulido F. (2002). Niveles de cargas ganaderas en la dehesa extremeña. *Archivos de Zootecnia*, 51(195), 315–326.
- Fernández-Lorenzo B., Flores G., González-Arráez A., Valladares J., Castro Y.P. (2007). Comparación de las rotaciones forrajeras guisante-triticale/maíz y raigrás italiano/maíz. *Producción Vegetal*, 90–97.
- Flores-Calvete G., Pereira-Crespo S., Valladares J. (2019). Rotaciones forrajeras ecológicas. *Vaca Pinta*, 14, 134–142.
- Helenius J. (1991). Insect numbers and pest damage in intercrops vs. Monocrops: Concepts and evidence from a system of faba bean, oats and *rhopalosiphum padi* (homoptera, aphididae). *Journal of Sustainable Agriculture*, 1(3), 57–80.
- Mangado, J.M., Eguinoa P. (2003). Asociaciones forrajeras cereal leguminosa en cultivo ecológico en la Navarra húmeda. *Pastos, Desarrollo y Conservación*, 93–98.
- Maya V., González F., Gragera J. (2017). Producción y calidad de mezclas forrajeras cereal-leguminosa de secano en Extremadura. *56a Reunión Científica de La SEEP*, 39–44.