

COMPORTAMIENTO DE LA MEZCLA FORRAJERA *Avena strigosa* Y *Vicia narbonensis* EN LA CAMPIÑA ANDALUZA: DETERMINACIÓN DE LA DOSIS ÓPTIMA DE SIEMBRA Y SU INFLUENCIA EN LA CALIDAD

BEHAVIOUR OF THE MIXTURE *Avena strigosa* AND *Vicia narbonensis* UNDER DIFFERENT SEED RATIOS IN SOUTHERN SPAIN: INFLUENCE ON FORAGE YIELD AND QUALITY

V. PEDRAZA¹, F. PEREA², M. SAAVEDRA³, M. FUENTES⁴ Y C. ALCÁNTARA¹

¹Producción Agraria. IFAPA Alameda del Obispo. Avda. Menéndez Pidal s/n. 14080 Córdoba (España). veronica.pedraza.ext@juntadeandalucia.es. ²Producción Agraria. IFAPA Las Torres-Tomejil. Ctra. Sevilla-Cazalla Km. 12. 41200 Alcalá del Río. Sevilla (España). ³Protección de cultivos. IFAPA Alameda del Obispo. ⁴Ciencias y Recursos Agrícolas y Forestales. Universidad de Córdoba. Campus de Rabanales, Edificio Celestino Mutis. Ctra. Madrid, Km 396. 14014 Córdoba (España).

RESUMEN

En Andalucía, los cultivos herbáceos de secano ocupan una parte importante de la superficie agrícola, especialmente las rotaciones trigo duro-girasol. La necesidad de resolver sus problemas agronómicos y de adaptación a las nuevas exigencias medioambientales de la PAC nos conducen a la búsqueda de nuevas alternativas sostenibles. El objetivo de esta investigación fue evaluar el potencial productivo y contenido en proteína de la mezcla forrajera *Avena strigosa* Schreb.-*Vicia narbonensis* L. y determinar la proporción óptima de cada especie en la mezcla. Se evaluaron 5 dosis diferentes (0:100, 22:78, 33:67, 50:50 y 100:0) frente a la mezcla estándar *Avena sativa*-*Vicia sativa* a dosis fija (35:65) en un diseño en bloques al azar con cuatro repeticiones durante los años 2011/2012 y 2012/2013 en dos localidades de las provincias de Córdoba y Sevilla. Los resultados mostraron que las dosis con proporción gramínea-leguminosa 22:78 y 33:67 son las más estables y equilibradas por sus buenos rendimientos en materia seca y alto contenido en proteína en años agrícolas y localidades diferentes, por lo que podría ser una alternativa viable en la campiña andaluza.

Palabras clave: Avena negra, alberjón, cultivo forrajero, materia seca, proteína bruta.

SUMMARY

Arable crops occupy an important agricultural area in Southern Spain. The main land use consists of a crop rotation with durum wheat and sunflower. The need to solve their agricultural problems and adopt new environmental requirements of the CAP leads to search for profitable alternative crops. Our research aims at evaluating the potential as a forage mixture of *Avena strigosa*-*Vicia narbonensis* with seeding ratios: 0:100, 22:78, 33:67, 50:50 and 100:0 and comparing with the standard mixture *Avena sativa*-*Vicia sativa* at seed ratio of 35:65. Field studies were conducted to estimate the forage yield and crude protein content of different oats and legumes sown in pure and in mixture in randomized complete blocks during the years 2011/2012 and 2012/2013 at two locations: Córdoba and Sevilla (Spain). Results show that seeding ratios 22:78 and 33:67 produce more dry matter with highest crude protein in different years and locations so this new forage mixture would be viable in Southern Spain.

Key words: Black oat, narbon vetch, forage crop, dry matter, crude protein.

INTRODUCCIÓN

Los cultivos herbáceos de secano tienen gran importancia dentro de la agricultura andaluza, especialmente la rotación trigo duro-girasol, pero actualmente se enfrenta a problemas agronómicos y de mercado y a la necesidad de modificar sus prácticas de cultivo. La reforma de la PAC Horizonte 2020 supedita el pago directo del agricultor a realizar rotaciones de 3 cultivos a partir de 30 ha. Dado que el 83% de la superficie dedicada a cultivos herbáceos en Andalucía cuenta con un tamaño medio de explotación de 42,23 ha (INE, 2007), una nueva alternativa podría ser la producción de forrajes que facilitarían además la sinergia entre agricultores y ganaderos en este nuevo contexto.

Las especies forrajeras más utilizadas en la región son gramíneas y leguminosas, principalmente la mezcla avena blanca (*Avena sativa* L.)-veza común (*Vicia sativa* L.) para heno. Sin embargo, ensayos realizados recientemente (Perea, comunicación personal) con avena negra (*Avena strigosa* Schreb.) mostraron altos rendimientos en la campiña, al igual que el alberjón (*Vicia narbonensis* L.) por su rápido crecimiento y gran producción de materia seca en nuestros climas (Nadal et al., 2012).

El objetivo general de este estudio ha sido evaluar la viabilidad de la mezcla de las especies *A. strigosa* y *V. narbonensis* para apro-

vechamiento forrajero. Esta mezcla supone una novedad en la campiña andaluza, y no existen referencias sobre su comportamiento agronómico, rendimientos y contenido en principios nutritivos. El objetivo de este trabajo se centra en determinar la dosis de siembra y proporción óptima de cada especie en la mezcla forrajera que maximice la producción y su contenido en nutrientes.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los ensayos se realizaron durante los años 2011/2012 y 2012/2013 en la finca IFA-PA Alameda del Obispo (Córdoba), con suelo de textura franco-arenosa del tipo *Xerofluvent típico* y la finca Tomejil (Carmona, Sevilla) con suelo arcilloso del tipo *Haploxerert crómico*. Las especies *Avena strigosa* Schreb. y *Vicia narbonensis* L. se sembraron puras y asociadas, estableciéndose 5 proporciones en función del número de semillas/m² y la dosis de siembra (Tabla 1): D1 (0:100), D2 (22:78), D3 (33:67), D4 (50:50) y D5 (100:0), comparándose con la mezcla estándar avena blanca-veza común (*Avena sativa* L.-*Vicia sativa* L.) a proporción fija T (35:65).

El diseño experimental fue en bloques al azar con 4 repeticiones y parcelas elementales de 24 m² (2 m × 12 m). La siembra se realizó sobre rastrojo de trigo en Tomejil, el 10 y 21 de noviembre de 2011 y 2012 respectivamente, y en Alameda sobre barbecho

Tabla 1. Dosis de siembra de cada especie en las diferentes mezclas y el testigo (T).

	Especie	D1	D2	D3	D4	D5	Especie	T
Nº semillas/m ²	<i>strigosa</i>	0	126	180	234	360	<i>A. sativa</i>	194
	<i>V. narbonensis</i>	61	40	30	21	0	<i>V. sativa</i>	125
Dosis de siembra (kg/ha)	<i>strigosa</i>	0	24,5	35	45,5	70	<i>A. sativa</i>	49
	<i>V. narbonensis</i>	140	91	70	49	0	<i>V. sativa</i>	91

y rastrojo de trigo el 25 y 16 de noviembre, el primer y segundo año respectivamente, sin abonado y con control de malas hierbas mediante escarda manual. La preparación de la tierra consistió en pase de grada y posterior pase de vibrocultivador. En cada parcela se abrieron 10 surcos separados 0,2 m con un bastidor de rejas y se sembró manualmente a chorrillo. La siega fue manual y se realizó entre marzo y abril. Durante el desarrollo del cultivo, se realizó un seguimiento de la climatología de ambas zonas, y se determinó: el porcentaje de emergencia, realizando en diciembre dos conteos en 12 marcos de 0,1 m² por parcela y especie, y el porcentaje de cobertura, siguiendo la metodología de Laflen *et al.* (1981) en cinco fechas. En el momento de la siega se tomaron diez medidas al azar de altura por especie y se estimó la producción recolectando en cada parcela dos sub-

parcelas de 0,5 m². Las especies se separaron a mano y se obtuvo peso fresco y seco (70°C durante 48 horas en estufa de aire forzado). A partir de ellas, se prepararon muestras de 50 gramos manteniendo en cada una de ellas la proporción obtenida de gramínea-leguminosa en cada tratamiento para la determinación de proteína bruta (PB) según la metodología de Weende.

Se realizó un análisis de varianza combinado, considerando como efecto fijo los tratamientos de siembra y como efecto variable las dos localidades y años. La varianza general fue fraccionada mediante contrastes ortogonales para evaluar diferencias entre tratamientos puros y mixtos y entre la mezcla testigo y la mezcla objeto de estudio. Los tratamientos, coeficientes y contrastes se muestran en la tabla 2. Los análisis se realizaron usando el programa STATISTIX 9.

Tabla 2. Tratamiento, coeficientes y contrastes analizados.

Contraste	Tratamiento					
	D1	D2	D3	D4	D5	T
Dosis <i>A.strigosa</i> pura vs. Dosis mixtas	0	-1	-1	-1	3	0
Dosis <i>V.narbonensis</i> pura vs. Dosis mixtas	3	-1	-1	-1	0	0
Dosis T vs. Dosis nueva mezcla	0	-1	-1	-1	0	3

RESULTADOS

El desarrollo del cultivo se vio claramente afectado por las condiciones meteorológicas, que fueron extremas en los dos años de estudio y condicionadas por la diferente pluviometría comparada con los datos medios de los últimos 10 años, de 540 mm en Tomejil y 651 mm en Alameda. La campaña 2011/2012 fue seca, con una precipitación acumulada de 260 mm en Tomejil y 314 mm en Alameda y aunque la temperatura media en el momento de la siembra fue suave en ambas localidades (16°C y 13°C respectivamente), se produjeron heladas en el mes de febrero (T^a mínima de -1,5 °C). En cambio, en 2012/2013 se registraron 739 mm en Tomejil y 915 en Alameda. La temperatura media en el momento de siembra fue de 14°C y las temperaturas mínimas registradas fueron de 2-3 °C en ambas localidades. Esta influencia de las condiciones meteorológicas sobre el cultivo se observaron tanto en la nascencia como en el posterior desarrollo vegetativo, especialmente en la avena. Así el exceso de precipitación del segundo año unido a las características de los suelos de alto contenido en arcilla, especialmente en Tomejil con un 64% y gran poder de retención de agua, produjeron encharcamientos y disminuyó la emergencia desde un 54 % en ambas localidades el primer año a un 5 % y 14 % el segundo año en Tomejil y Alameda respectivamente, mostrando la avena sensibili-

dad a un alto contenido de agua del suelo que influyó significativamente en el desarrollo posterior (Figura 1.b y d). El primer año las emergencias fueron mayores en ambas localidades (Figura 1.a y c) y en especial en Alameda, debido posiblemente al barbecho previo al cultivo que pudo favorecer a la avena por el mayor contenido de nitrógeno del suelo. Por el contrario, el alberjón no tuvo problemas de nascencia en ninguno de los años y localidades, con un porcentaje de emergencia en torno al 80%, sin embargo las heladas del primer año afectaron a su desarrollo vegetativo especialmente en Alameda (Figura 1.e). Se observó una clara competencia interespecífica entre las dosis mixtas y las especies sembradas en monocultivo tanto de avena como de alberjón (*A. strigosa* en D5 y *V. narbonensis* en D1), mostrando diferencias significativas en las dos localidades y años y para casi todas las fechas de muestreo.

A pesar de la competencia interespecífica observada y las diferencias en cobertura entre dosis mixtas y puras, los rendimientos resultaron muy equilibrados en las dosis mixtas, no habiendo diferencias significativas con los rendimientos de las dosis puras de avena y superando los obtenidos en las dosis puras de alberjón (Tabla 3).

Los rendimientos de materia seca de las dosis de mezcla fueron similares a los del testigo los dos años y en ambas localidades,

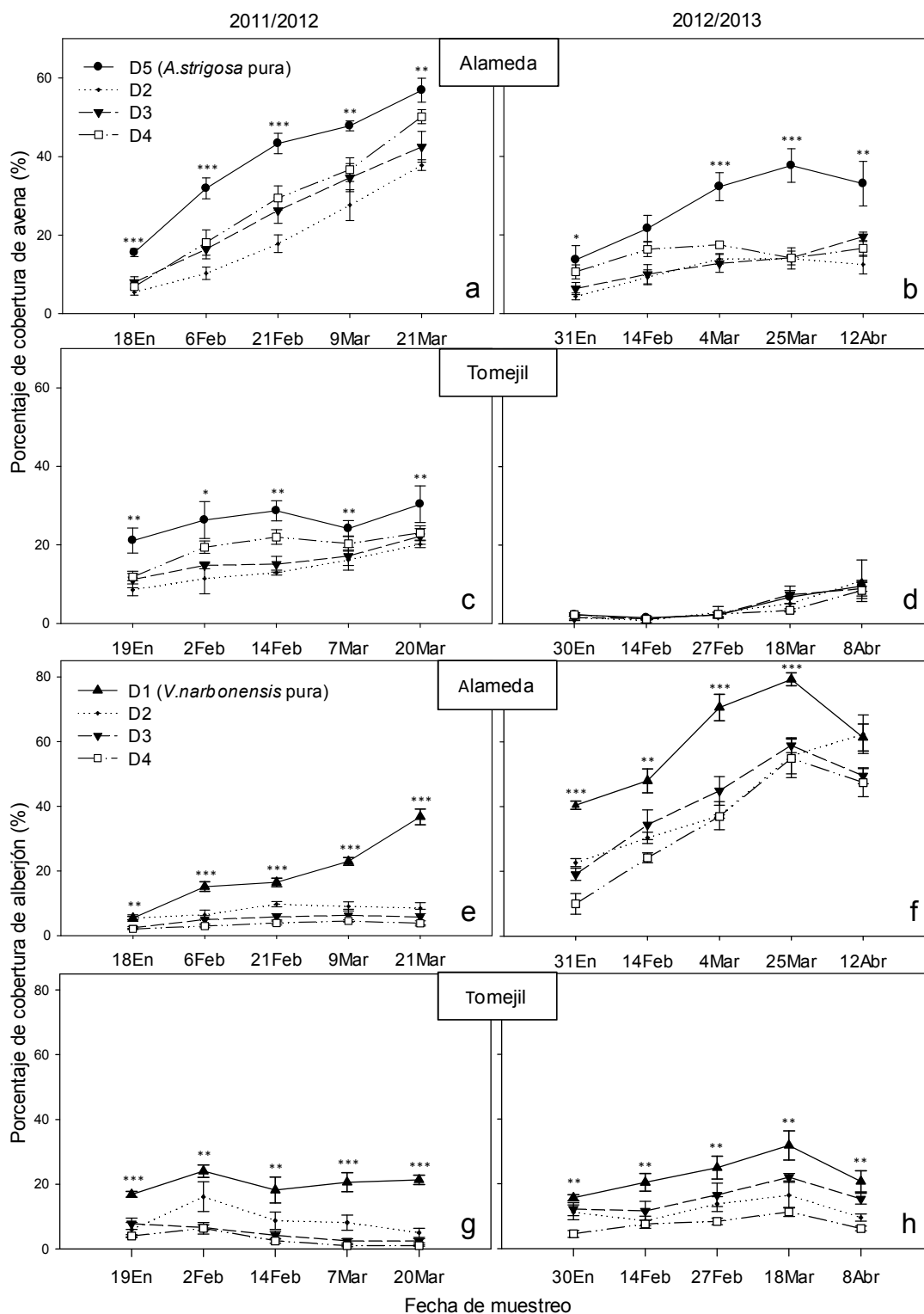


Figura 1. Desarrollo vegetativo expresado como porcentaje de cobertura de cada especie en las dosis de mezcla (D2, D3, D4) respecto a las dosis puras D1 (solo *V. narbonensis*) y D5 (solo *A. strigosa*) en ambas localidades y años. Diferencias entre tratamientos se han determinado mediante un análisis de contrastes ortogonales y solo se han representado cuando son significativas: * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$ y *** $P < 0.001$.

siendo superior el rendimiento de las mezclas el primer año en Alameda (8.668-10.385 kg/ha vs. 5.724 kg/ha). Sin embargo el contenido en proteína fue mayor en el testigo (11,85% vs. 7,4-8,9%), aunque el segundo año

no se observaron diferencias. Las dosis mixtas que no mostraron diferencias en el contenido de proteína y tuvieron rendimientos similares al testigo el primer año fueron dosis D2 y D3.

Tabla 3. Rendimientos y contenido en proteína bruta (expresado en kg de materia seca/ha y % sobre materia seca) obtenidos para las distintas dosis de siembra.

Dosis	2011/2012						2012/2013					
	Alameda			Tomejil			Alameda			Tomejil		
	Rend. ¹		PB ²	Rend.		PB	Rend.		PB	Rend.		PB
	kg/ha	kg/ha	%	kg/ha	kg/ha	%	kg/ha	kg/ha	%	kg/ha	kg/ha	%
D1	5003b ³	793a	15,81a	1807b	278a	14,90a	5870a	981a	16,71a	1892a	347a	13,92a
D2	8668aA	766aA	8,91bAB	2928abA	282aAB	9,50bB	4549aA	716aA	15,83aA	929abA	113abA	12,12aA
D3	9452aA	700aA	7,44bcB	3343abA	320aAB	9,93bAB	4430aA	667aA	14,81aA	1407abA	179aA	12,19aA
D4	10385aA	807aA	7,73bcB	3476abA	272aB	7,89bB	4374aA	614aA	14,23aA	556abA	61abA	11,02aA
D5	11279a	766a	6,76c	4436a	328a	7,48b	1639b	90b	5,54b	193b	10b	4,97b
T	5724B	686A	11,85A	3884A	496A	12,78A	5354A	838A	15,75A	707A	89A	12,53A

¹Rend.: Rendimiento; ²PB: Proteína Bruta

²Medias con letra minúscula y mayúscula diferentes en cada columna indican que las dosis mixtas son estadísticamente diferentes respecto a las dosis puras y al testigo respectivamente.

DISCUSIÓN

La estimación de la dosis de siembra de cada especie en un cultivo mixto de gramínea y leguminosa resulta de gran importancia ya que de la proporción de ambas especies va a depender en gran medida la obtención de una mezcla equilibrada que permita obtener altos rendimientos y contenido en proteínas (Ibrahim et al., 2012). En nuestro estudio el cultivo mixto *A. strigosa-V. narbonensis* presentó siempre rendimientos (kg de materia seca/ha) intermedios entre las producciones puras, comportamiento similar al de la mezcla avena-veza en otros estudios

en condiciones mediterráneas (Lithourgidis et al., 2006), sin embargo, la influencia de las condiciones meteorológicas determinó el desarrollo de la mezcla, sus rendimientos y contenido en proteínas, como también fue observado por Gierus et al. (2012) para otras mezclas forrajeras. El primer año hubo un mejor desarrollo de la avena mientras que la leguminosa se vio afectada en su desarrollo por la sequía y las heladas, sin embargo, el segundo año con altas pluviometrías, la nascencia y desarrollo de las gramíneas fue escaso mientras que la leguminosa alcanzó un gran desarrollo al igual que en estudios pre-

vios (Muslera y Ratera, 1991). A medida que aumenta la proporción de avena negra en la mezcla, aumentan los rendimientos, pero disminuye el contenido en PB al igual que en otros estudios (Caballero *et al.*, 1995), mientras que utilizando dosis con mayor proporción de leguminosa se obtienen forrajes de mayor calidad (Lithourgidis *et al.*, 2006) pero se reducen los rendimientos si la proporción de gramínea es baja. Se considera que un forraje tiene alta calidad cuando tiene más del 15% de PB y baja cuando es menor del 8% (Di Marco, 2011). En nuestro estudio, las dosis D2 (22:78) y D3 (33:67) fueron las más equilibradas con rendimientos y contenido en proteínas similares o superiores al testigo que oscilaron entre 8 y 16% para distintas localidades y años meteorológicamente diferentes.

CONCLUSIONES

Nuestros resultados apuntan como dosis más recomendables las dosis D2 (22:78) y D3 (33:67) ya que sus proporciones garantizan dosis de leguminosa y gramínea adecuada, resultando un forraje de alto contenido en proteína y buenos rendimientos. Estas dosis mostraron una competencia interespecífica menos acusada en distintas localidades y años meteorológicamente diferentes. Por ello puede considerarse a la mezcla *A. strigosa*-*V. narbonensis* como una alternativa viable en la campiña andaluza. El ma-

yor desarrollo del cultivo en suelos con barbecho previo, apuntan que la fertilización nitrogenada de la mezcla mejoraría los rendimientos, por lo que debe ser valorado en investigaciones futuras.

AGRADECIMIENTOS

Al subprograma FPI-INIA y al Programa Operativo FSE 2007-2013 por la beca y el contrato de V. Pedraza y C. Alcántara respectivamente, al proyecto INIA-RTA2011-00031 que ha financiado la investigación y al personal que ha colaborado en su realización.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CABALLERO R., GOICOECHEA E. Y HERNAIZ P. (1995). Forage yields and quality of common vetch and oat sown at varying seeding ratios and seeding rates of vetch. *Field Crops Research*, 41, 135-140.

DI MARCO O. (2011). Estimación de calidad de los forrajes. Unidad Integrada Balcarte INTA. Facultad de Ciencias Agrarias.

GIERUS M., KLEEN J., LOGES R. Y TAUBE F. (2012). Forage legume species determine the nutritional quality of binary mixtures with perennial ryegrass in the first production year. *Animal Feed Science and Technology*, 172, 150-161.

IBRAHIM M., AYUB M., TANVEER A. Y YASEEN M. (2012). Forage quality of

maize and legumes as monocultures and mixtures at different seed ratios. *Journal of Animal and Plant Sciences*, 22, 987-992.

INE (2007). Encuesta sobre la estructura de las explotaciones agrícolas. *Instituto Nacional de Estadística*. Dirección URL:http://www.ine.es/inebmenu/mnu_agricultura.htm.

LAFLEN J., AMEMIYA M., Y HINTZ E. (1981). Measuring Crop Residue Cover. *Journal of Soil and Water Conservation*, 36, 341-343.

LITHOURGIDIS A.S., VASILAKOGLU I.B., DHIMA K.V., DORDAS C.A. Y YIAKOULAKI M.D. (2006). Forage yield and quality of common vetch mixtures with oat and triticale in two seeding ratios. *Field Crops Research*, 99, 106-113.

MUSLERA E. Y RATERA C. (1991). *Praderas y forrajes: producción y aprovechamiento*. Madrid, España: Ediciones Mundi-Prensa.

NADAL S., MARTÍNEZ C., PEREA F., SAAVEDRA M. y CÓRDOBA E.M. (2012). Guías de cultivo: el alberjón. *Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera*.