

2

TRABAJOS CIENTÍFICOS

COMPONENTES DEL RENDIMIENTO EN LEGUMINOSAS DE GRANO CON POSIBILIDADES DE SER UTILIZADAS COMO FORRAJE INVERNAL EN GALICIA

A. CONFALONE¹, M.J. BANDE-CASTRO^{2,3}, B. RUÍZ-NOGUEIRA³ Y F. SAU⁴

¹Facultad de Agronomía – Agrometeorología-UNCPBA. 7200 Azul. Provincia de Buenos Aires (Argentina). ²Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo. Apartado 10. E-15080 A Coruña (España). ³Departamento de Producción Vexetal-EPS. Universidade de Santiago de Compostela. Campus Universitario. E-27002 Lugo (España). ⁴Departamento de Biología Vegetal. ETSI Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid. Ciudad Universitaria. E-28040 Madrid (España).

RESUMEN

En este trabajo se han evaluado, en Lugo (43° 04' N; 7° 30' O; 480 m de altitud; Galicia, España) en una fecha de siembra temprana, cuatro genotipos de leguminosas de grano de estación fría - *Vicia faba* L. cultivares Alameda, Irena y Diva y una línea de *Vicia narbonensis* - que también pueden tener un aprovechamiento forrajero. Los resultados indicaron que para la producción de grano, los cultivares de haba de ciclo más largo 'Diva' e 'Irena' fueron los que más altos rendimientos produjeron. Sin embargo, con la intención de obtener una producción de forraje precoz (principios de mayo), *Vicia narbonensis* L. puede producir alta cantidad de forraje de buena calidad.

Palabras clave: habas, *Vicia faba* L., arvejón, *Vicia narbonensis* L., cultivo invernol, valor nutritivo.

INTRODUCCIÓN

Las tendencias actuales en la política agraria de la Unión Europea van encaminadas hacia una producción sostenible y más respetuosa con el medio ambiente, así como a conseguir una producción agrícola más competitiva en el mercado mundial. Un manejo racional de los cultivos implica el empleo de todas aquellas estrategias que permitan sacar el máximo partido a los cultivos sin comprometer el futuro de los sistemas agrícolas. En este contexto, y en el marco del precio de la energía en continuo ascenso, el papel de las leguminosas en su conjunto está siendo reivindicado y comienza a tener cierta importancia en sistemas de agricultura sostenible, ya que constituyen la familia botánica que ha mantenido la producción y la fertilidad de los sistemas agrarios mediterráneos desde la antigüedad, produciendo nitrógeno fijado de forma biológica, y ayudando a combatir enfermedades, plagas y malas hierbas, al romper la continuidad de los cultivos de

cereales. Los aportes de nitrógeno a través de la fijación en los nódulos de las leguminosas se consideran fundamentales para una producción sostenible, tanto económica como ambientalmente, en la agricultura comunitaria actual (Howieson *et al.*, 2000).

El proceso de intensificación de la producción forrajera de las explotaciones de vacuno de leche de Galicia, que tienen que recurrir a la compra de forrajes y concentrados para atender la alimentación de su relativamente alta carga ganadera, ha motivado una creciente demanda de información sobre cultivos forrajeros de invierno con un mayor contenido en proteínas (Iglesias y Lloveras, 1998; Flores *et al.*, 2003), que supongan una alternativa a la rotación de raigrás italiano, en invierno, con maíz forrajero, en verano, que es, por el momento, la rotación de dos cultivos por año más utilizada en las explotaciones lecheras de Galicia y Cornisa Cantábrica (Pérez *et al.*, 2002; Martínez *et al.*, 2002). Por otro lado, dados los cambios habidos en los últimos 20 años en el manejo de la alimentación del ganado en las explotaciones ganaderas de leche de la Cornisa Cantábrica y Galicia, se ha generalizado el uso de raciones completas casi exclusivamente a base de ensilados a lo largo de todo el año, lo que lleva a la necesidad de buscar nuevos forrajes para ensilar con altos contenidos proteicos, que contribuyan a atenuar los gastos de alimentación (Martínez *et al.*, 2005a). El aumento de los precios de los granos, registrado durante estos últimos años, hacen aún más necesario reducir el consumo de piensos para garantizar la viabilidad económica de las explotaciones gallegas de vacuno de leche.

El raigrás italiano ha pasado de ser un cultivo muy apreciado en la agricultura tradicional, por su capacidad de producir forraje en épocas frías para alimentación en verde, a convertirse en un problema por la dificultad de cosechar los crecimientos de principios de primavera, época en que el suelo está normalmente muy húmedo para soportar el paso de maquinaria pesada utilizada para la recolección y en que las condiciones climáticas no son adecuadas para hacer un presecado previo al ensilado del forraje cosechado, que suele tener un contenido muy alto en humedad. Esto ha llevado a la búsqueda de opciones que ofrezcan una concentración primaveral de la producción, evitando la necesidad de realizar corte alguno en la época invernal (Martínez y Pedrol, 2006). Los resultados experimentales positivos, tanto en guisantes (*Pisum sativum* L.) (Iglesias y Lloveras, 1998; Flores *et al.*, 2003; Fernández-Lorenzo *et al.*, 2006) como en haba (*Vicia faba* L.) (Iglesias y Lloveras, 1998; Martínez *et al.*, 2002; Roza *et al.*, 2004; Argamentería *et al.*, 2004; Martínez *et al.*, 2005b), asociados sobre todo a triticale (x *Triticosecale* Wittm.), han llevado a que se estén recomendando en la actualidad y que haya explotaciones ganaderas, sobre todo de vacuno de leche, que empiezan a utilizarlos con éxito. Los estudios de la asociación de veza (*Vicia sativa* L. y *V. villosa* Roth.) con cereal (en este caso avena) son anteriores (Castro y Piñeiro, 1998), habiéndose concluido que se desaconsejaba su cultivo porque era muy sensible al encamado (Castro *et al.*, 2000), recomendación que se está revisando en este momento porque la variedad de avena utilizada en los estudios fue precisamente la

que menos capacidad tenía como tutor, como se demostró en trabajos posteriores (Suárez *et al.*, 2002, 2003.).

El haba ha sido estudiada con bastante detalle en Asturias (Martínez *et al.*, 2002; Roza *et al.*, 2004; Argamentería *et al.*, 2004; Martínez *et al.*, 2005b), con resultados positivos que están sirviendo de base para su introducción en las explotaciones lecheras de Galicia.

Por otro lado, estamos asistiendo a la introducción experimental del cultivo del guisante proteaginoso en algunas explotaciones por la Exma. Diputación de Lugo como respuesta al problema planteado en 2002 tras la aparición del ‘mal de las vacas locas’ que supuso la prohibición de harinas de origen animal como fuente de proteína. A pesar de las posibles dificultades de introducción por ser cultivos novedosos, se visualiza a corto plazo un cambio importante del uso de la tierra en Galicia por cesión en arrendamiento de las tierras abandonadas, como consecuencia de la ausencia de sus propietarios y/o herederos, que abre la posibilidad de orientarlas a la producción de cultivos de grano ricos en proteína para la alimentación de la cabaña ganadera, como es el caso de las leguminosas. Esta situación demanda información sobre el comportamiento de leguminosas de grano en Galicia, que es prácticamente inexistente en este momento.

El rendimiento en semillas de las leguminosas de grano es el resultado de diferentes procesos del crecimiento de las plantas, los cuales están finalmente expresados en los componentes del rendimiento como: 1) número de vainas por unidad de superficie, 2) número de semillas por vaina y 3) peso medio de dichas semillas. El rendimiento más alto en semillas se consigue cuando dichos componentes están maximizados (Ayaz, 2004). Pero, como los componentes del rendimiento dependen del manejo, del genotipo y del ambiente, es necesario su estudio *in situ* para comprender las causas de la variación del rendimiento (Gardner *et al.*, 1985), y el de la relación entre componentes, que normalmente se manifiestan en el fenómeno denominado “compensación de componentes de rendimiento”, por el que el aumento de un componente se ve compensado por la disminución del otro (Egli, 1998). Así, Silim y Saxena (1993) en estudios realizados en Siria establecieron una correlación positiva entre el rendimiento en grano y la materia seca total, el peso medio por legumbre y el índice de cosecha, y negativa con el número de legumbres por m² y el número de semillas por legumbre. Por su parte, Moot (1997) demostró en experimentos realizados en Nueva Zelanda que la variabilidad en el rendimiento de las leguminosas de grano está directamente relacionada con los cambios en el número de semillas por unidad de superficie, y Munier-Jolain y Ney (1998) en estudios realizados en Gignon, Francia, señalaron que las variaciones en el peso de las semillas, provocadas por diferentes condiciones ambientales, pueden ser también determinantes en las modificaciones del rendimiento.

Aunque el número de legumbres por planta ha sido considerado por muchos autores como la principal fuente de variación en el rendimiento del cultivo de haba, en condiciones muy favorables se llega a producir un exceso de legumbres -y también abortos- siendo el número de semillas por m² (dependiente del número de legumbres) el factor que más directamente afecta al rendimiento (Nachi y LeGuen, 1996). Por ello, y dada la complejidad de las interacciones existentes es importante el estudio de los componentes del rendimiento (Ruiz Ramos, 2003).

En el presente artículo se aborda el estudio del haba y del arvejón como leguminosas de grano y de sus posibilidades como forraje de invierno en Galicia.

MATERIAL Y MÉTODOS

El experimento se situó en la Finca de la Escola Politécnica Superior (EPS) de la Universidad de Santiago de Compostela (USC) situada en Lugo (43° 04' N; 7° 30' O; 480 m de altitud), durante el año agrícola 2005-2006. El suelo es Humic Dystrudepts (USDA-SMSS, 1994) con una textura franco-arenosa y un pH, en agua, de 5,5. Antes de la siembra se fertilizó con P y K. Se trató de mantener los cultivos libres de plagas, enfermedades y malas hierbas.

Las características de fertilidad del suelo se pueden observar en la Tabla 1

TABLE 1

Características de fertilidad del suelo en el que se realizó el experimento.

Fertility characteristics of the experimental soil.

pH	Al	Ca	Mg	Na	K	Saturación	P
(agua)	meq/100ml	meq/100ml	meq/100ml	meq/100ml	meq/100ml	Al	bicarbonato
5,46	0,06	5,1	0,44	0,19	0,18	1,01	35,81

El trabajo consistió en el seguimiento del crecimiento y desarrollo de tres cultivares de haba (*Vicia faba* L.) y uno de arvejón (*Vicia narbonensis* L.), que se dispusieron en un diseño experimental en bloques completos al azar, con tres repeticiones, en el que cada unidad experimental ocupaba una superficie de 45 m².

Los datos agrometeorológicos diarios se tomaron de una estación meteorológica automatizada, situada en las proximidades del ensayo. El suelo se mantuvo siempre cercano a capacidad de campo, aplicando agua por medio de un sistema de riego por goteo en los períodos en que fue necesario para evitar el déficit hídrico. El riego se calculó multiplicando la evapotranspiración de referencia, obtenida con la ecuación de Penman-

Monteith, por el coeficiente del cultivo del haba (Allen *et al.*, 1998), a la que se restó la precipitación del periodo considerado.

Se sembraron los cultivares Alameda, Irena y Diva de haba (*Vicia faba* L.) y la línea IFVN 556-2376 de arvejón (*Vicia narbonensis* L.). En adelante las habas se denominarán por los nombres de sus cultivares y al arvejón como VN. La siembra se realizó el 26 de octubre de 2005 lográndose una densidad de 35 plantas por metro cuadrado.

‘Alameda’ es un tipo intermedio entre las variedades botánicas *major* y *equina*, obtenido en la Unidad de Leguminosas del Centro de Investigación y Formación Agraria de Córdoba por selección masal de un ecotipo local. ‘Irena’ y ‘Diva’, del tipo botánico *minor*, son obtenciones de Agri Obtentions, empresa filial del Institut National de la Recherche Agronomique de Francia. ‘IFVN 556-2376’ fue suministrada por ICARDA (Internacional Center for Agricultural Research in the Dry Areas).

Para seguir la evolución temporal de la fenología de las distintos cultivares se realizaron observaciones visuales tres veces por semana, utilizando la clave de estadios de desarrollo propuesta por Fehr *et al.* (1971). Se consideró que las plantas de una determinada parcela alcanzaron una determinada fase o estadio de desarrollo cuando lo alcanzaron el 50% de las plantas de dicha parcela.

Para realizar las determinaciones de biomasa aérea total y porcentaje de proteína, se muestrearon 0,5 m² en cada parcela en el estado vegetativo (con 6 hojas expandidas), en inicio de floración y en inicio de formación de vainas. Las muestras cosechadas se secaron hasta alcanzar peso constante del material vegetal en una estufa de ventilación forzada a 65 °C y se molieron en molino de martillos “Christy and Norris” con tamiz de 1 mm. Sobre las muestras secas y molidas se determinó el contenido materia seca, por eliminación de la humedad residual a 100 °C, y el contenido en materia orgánica y cenizas, por combustión a 475 °C, en analizador termogravimétrico “LECO-MAC500”. El contenido en proteína bruta (PB) se determinó mediante NIRS (Near Infrared Reflectance Spectroscopy) en un espectrofotómetro NIRSystem 6500 (Foss NIRSystem, Inc., Silver Spring, Washington, USA), ubicado en cámara isoterma, dotado de un módulo alimentador giratorio y equipado con el programa WinISI II v. 1.5 (Infrasoft International, Port Matilda, PA, USA).

Cada quince días se efectuaron mediciones del índice de área foliar, IAF, con un analizador de dosel (LAI 2000, LI-COR, Inc.), que ofrece una medida indirecta del IAF por un método no destructivo. Se determinó también la duración del índice de área foliar (DAF; días), que es un indicador de la persistencia de la superficie asimilatoria del cultivo.

La duración del área foliar (DAF) se estimó a partir de la integración gráfica de la curva de evolución del IAF de cada parcela elemental a lo largo del ciclo vegetativo (Hunt, 1982), ya que este parámetro responde a la fórmula siguiente:

$$DAF = \int_{t_1}^{t_2} IAF \, dt$$

(t_1 = día de la emergencia del cultivo, y t_2 = día en el que el IAF se hace nulo debido a la senescencia)

En el estadio de madurez de cosecha se muestrearon 4 m² por parcela para determinar el número de vainas por m², el número de granos por vaina, el peso del grano, el peso de las vainas y el peso de la parte vegetativa. Para determinar la producción final del grano y el peso de mil granos, expresados en materia seca, se hizo un muestreo total de 8 m² en cada unidad experimental. El índice de cosecha (IC) se calculó mediante el cociente entre el peso de los granos y de la parte aérea total de la planta, expresados en términos de materia seca.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 2 se pueden observar los valores de los principales elementos agrometeorológicos en el período experimental.

En la mayoría de los meses, los valores de radiación global estuvieron por encima del promedio. Las temperaturas máximas fueron menores que la media durante el invierno y mayores durante el resto del año. Las temperaturas mínimas del invierno, al igual que las máximas, estuvieron casi siempre por debajo de la media de la década, destacándose el valor de -0,54 °C de temperatura media mensual de febrero. Durante el resto del año, las mínimas fueron cercanas al promedio o ligeramente mayores. En la mayoría de los meses del experimento, la precipitación estuvo por debajo del promedio de la década, con excepción de febrero, marzo y junio. Se trató de un año con un invierno frío y especialmente seco para las características climáticas de Lugo por lo que se aplicaron varios riegos a partir del día 16 de mayo o sea a 203 días después de la siembra. ‘Alameda’ recibió un aporte de agua de riego de 100 mm en todo el ciclo, ‘Irena’, 150 mm y ‘Diva’, 250 mm. VN en cambio sólo recibió 60 mm. Como cabía esperar, las dosis de riego aportadas aumentaron con la longitud del ciclo del cultivo.

Dados los problemas fitosanitarios observados en siembras anteriores, de otoño, de la variedad ‘Alameda’, a este cultivar se le aplicaron tratamientos preventivos contra hongos, que no fueron necesarios en las otras leguminosas porque presentaron un estado sanitario excelente.

La Tabla 3 recoge las fechas de ocurrencia de los principales estadios fenológicos, mientras que la duración en días de cada uno de los subperíodos fenológicos para las distintas leguminosas se pueden ver en la Tabla 4.

TABLE 2

Medias mensuales de radiación global (RG), temperatura máxima (Tmax) y mínima del aire (Tmin), y precipitación mensual acumulada (P), durante el experimento (EXP), y valores medios del decenio (DEC).

Monthly daily average of solar radiation (RG), maximum temperature (Tmax), minimum temperature (Tmin,) and monthly rainfall (P), during the experiment (EXP) and 10-year average values (DEC).

	RG (MJ m ⁻² d ⁻¹)		T max (°C)		T min (°C)		P (mm)	
	DEC	EXP	DEC	EXP	DEC	EXP	DEC	EXP
2005								
Nov.	4,8	5,5	12,9	12,78	5,0	4,3	136,4	88,0
Dic.	3,7	5,3	10,5	9,07	2,8	1,0	141,7	71,8
2006								
Ene.	5,1	6,0	11,0	9,8	2,5	0,3	108,1	26,6
Feb.	8,7	9,3	13,1	11,3	2,6	-0,5	65,3	137,4
Mar.	11,5	9,7	15,0	14,8	4,2	5,4	113,9	167,9
Abr.	13,8	18,3	14,3	17,4	4,6	5,8	148,3	64,4
May.	17,3	22,6	18,5	21,5	7,8	7,2	87,5	20,4
Jun.	20,9	23,0	22,6	25,6	10,0	10,5	21,1	28,6
Jul.	20,2	22,5	23,8	28,0	12,6	13,6	34,4	6,2
Ago.	18,8	22,6	25,3	25,6	12,8	12,4	38,6	29,8
Set.	13,8	14,7	22,5	25,2	11,1	11,9	92,0	72,0
Oct.	8,8	7,5	17,9	19,9	8,7	9,6	139,6	262,6
Nov.	4,8	5,9	12,9	15,4	5,0	6,7	136,4	148,8
Dic.	3,7	4,7	10,5	11,3	2,8	1,4	141,7	137,0

TABLE 3

Fecha de los estadios fenológicos.

Date of phenological stages.

Estadio	Alameda	Leguminosa		
		VN	Diva	Irena
Emergencia (E)	13/11	09/11	10/11	10/11
Floración (F)	27/03	05/04	20/04	16/04
Inicio vainas (IV)	20/04	24/04	10/05	07/05
Vainas llenas (VL)	08/05	18/05	09/06	02/06
Madurez fisiológica (MF)	09/06	31/05	21/07	25/06

TABLE 4

Duración media (días) de los estadios fenológicos (subp.) para las leguminosas estudiadas.

Mean duration (days) of phenological subperiods (subp.) of the studied legumes.

	Alameda	VN	Diva	Irena
Subp.				
S-E	18	14	15	15
E-F	134	157	161	157
F-IV	24	9	20	21
IV-VL	18	24	30	26
VL-MF	32	13	42	23
S-MF	226	217	268	242

S-E: siembra-emergencia; E-F: emergencia- floración; F-IV: floración-inicio de vainas; IV-VL: inicio de vainas- vaina llena; VL-MF: vaina llena-madurez fisiológica.

Considerando el ciclo completo, los valores variaron entre 217 días para VN y 268 días para 'Diva'. En situación intermedia estuvieron 'Alameda', con 226 días e 'Irena', con 242. Por otro lado, VN fue la más precoz en emerger y 'Alameda' la más tardía. En todo caso, la diferencia entre la más precoz y la más tardía fue de solamente cuatro días. Destaca el corto período de tiempo que media entre la floración y el inicio de vainas en VN, de sólo 9 días mientras que este intervalo fue de 20-24 días para los cultivares de habas. 'Diva' presentó el período más largo en el llenado de vainas y 'Alameda' el más corto. 'Diva' presentó también el período más largo entre floración y vainas llenas mientras que VN destacó de nuevo por presentar el intervalo más corto de este período.

En la Figura 1 podemos ver la evolución del IAF de las leguminosas durante todo el ciclo de cultivo. Los valores más altos de IAF máximo ($IAF_{\text{máx}}$) y DAF (duración del área foliar) correspondieron a 'Diva' con 7,4 y 539,5 días, respectivamente. Le siguió 'Irena' con un $IAF_{\text{máx}}$ de 6,3 y una DAF de 442,6 días. 'Alameda' alcanzó un $IAF_{\text{máx}}$ de 5,34 y una DAF de 315,1 mientras que los valores más bajos de $IAF_{\text{máx}}$ y DAF correspondieron a VN, con 4,5 y 279,5 días, respectivamente.

Algunos autores han establecido que la acumulación total de biomasa y el rendimiento en grano en las leguminosas son función principalmente de la DAF (Mínguez *et al.*, 1993; Costa *et al.*, 1997). En un experimento realizado en Córdoba con 'Alameda' se encontró que el máximo rendimiento en grano se obtuvo con un DAF de 300 días, pudiendo llegar hasta 600 en cultivos regados y fertilizados, con un $IAF_{\text{máx}}$ de 9, lo que produce un aumento de la biomasa total pero sin que se registre ningún incremento en el rendimiento en grano (Mínguez *et al.*, 1993; Sau y Mínguez, 2000).

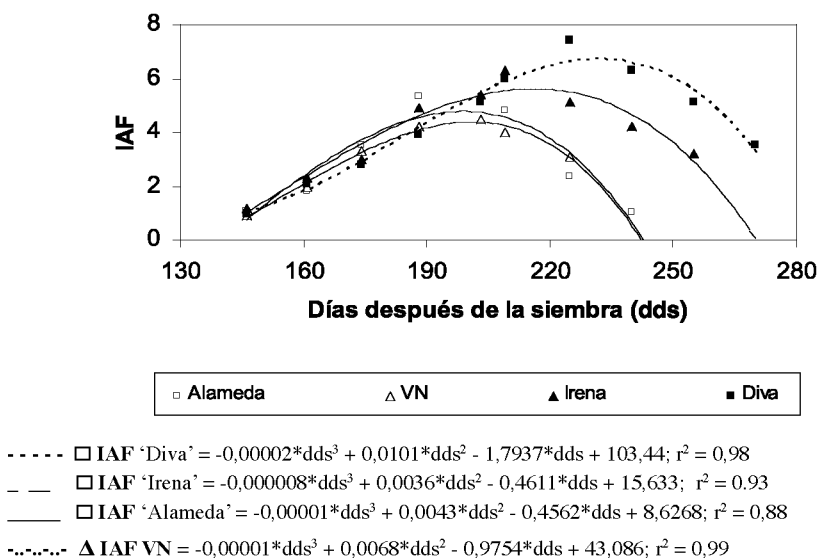


FIGURA 1

Índice de Área Foliar (IAF) a lo largo del ciclo del cultivo de las leguminosas estudiadas y ecuaciones de regresión entre IAF y días después de la siembra (dds).

Leaf area index (LAI) over the growth cycle of studied legumes and regression equations between LAI and days after sowing (dds).

En la Tabla 5 se pueden observar los valores de producción de materia seca en el estado vegetativo, en floración y en llenado de vainas; las fechas en que se realizaron los muestreos, y el número de días transcurridos desde la floración (ddf) y desde el inicio de formación de vainas (ddv) hasta el muestreo.

'Diva' e 'Irena' fueron las variedades más productivas en las fases vegetativa y de floración mientras que VN fue la que dio menos producción. En todo caso, las diferencias de 'Diva' e 'Irena' con 'Alameda' no llegaron a ser significativas en ninguna de las dos fases. En la fase de llenado de vainas el cultivar 'Diva' fue el más productivo, si bien sus diferencias con 'Alameda' y VN no llegaron a ser significativas.

La producciones conseguidas en los muestreos realizados en la fase de floración oscilaron entre 2006 kg/ha, para VN, y 2443 kg/ha, para 'Diva', que se sitúan dentro del rango de las producciones conseguidas por Iglesias y Lloveras (1998) en Mabegondo (zona costera, a 100 m de altitud), que variaron entre 0,9 t/ha, para habas sembradas el 30 de octubre y cosechadas el 8 de abril, y 3,3 t/ha para las sembradas el 3 de diciembre y cosechadas el 14 de abril.

TABLE 5

Materia seca (kg/ha) de las leguminosas estudiadas, en muestreos realizados durante la fase vegetativa, de floración y de llenado de vainas.

Samplings dates and dry matter (kg/ha) of studied legumes during vegetative, flowering and pod filling phases.

Fase	vegetativa		floración			Llenado de vainas		
Leguminosa	Fecha	kg/ha	Fecha	kg/ha	ddf	Fecha	kg/ha	ddv
Alameda	6/3	460 ab	1/4	2105 b	5	25/4	4003 ab	5
VN	6/3	300 b	19/4	2006 c	4	4/5	4087 ab	10
Diva	6/3	508 a	29/4	2443 ab	9	18/5	4984 a	8
Irena	6/3	521 a	29/4	2362 ab	13	18/5	3952 b	11

ddf: días después de la floración; ddv: días después del inicio de la formación de vainas

*valores en las columnas seguidos de la misma letra, no difieren entre sí por el test de Tukey ($P < 0,05$)

Conviene señalar que la dosis de siembra utilizada para VN, de 35 semillas/m², es considerablemente inferior a la de 90 y 140 semillas/m², recomendada para esta especie por Nadal *et al.* (2004a). La producción de VN encontrada en nuestro experimento concuerda con datos del SO de Australia, en experimentos bajo riego, donde la producción en el estado de floración fue de 1 a 2,3 t/ha, con densidades de siembra similares a las nuestras (Siddique *et al.*, 1996).

En la Tabla 6 se presenta el contenido en proteína bruta, expresada en porcentaje sobre materia orgánica, de las distintas variedades en los tres muestreos. 'Diva' e 'Irena' no presentaron diferencias significativas en cuanto a contenido de PB para ninguna de las fases, mientras que 'Alameda' mostró menor contenido de PB en el muestreo realizado durante la fase vegetativa.

TABLE 6

Contenido medio en proteína bruta (% sobre materia orgánica) en estado vegetativo, en floración y en llenado de vainas.

Mean crude protein content (% organic matter) at vegetative, flowering and pod filling stages.

Estado	Alameda	VN	Diva	Irena
Vegetativo	13,19 ^{b3}	27,85 ^{a1}	25,46 ^{a2}	23,00 ^{a2}
Floración	18,63 ^{a2}	20,84 ^{b2}	23,69 ^{a1}	19,41 ^{a2}
Llenado de vainas	21,01 ^{a1}	16,94 ^{c2}	18,80 ^{a2}	20,42 ^{a1}

* comparaciones de los exponentes seguidas de la misma letra (columnas) y número (filas) no difieren entre sí por el test de Tuckey ($P < 0,05$)

En las variedades 'Diva' y VN se observó un descenso del contenido en proteína a medida que avanzaba el estado de madurez de la planta, que responde al comportamiento normal de la mayoría de los cultivos herbáceos, como ha sido demostrado también en variedades de guisante y triticale por Flores *et al.* (2003). Por el contrario, sorprende la tendencia ascendente del contenido en proteína de la variedad 'Alameda' con el avance de la madurez, para lo que no se ha encontrado todavía una explicación. En el caso de 'Irena', apenas ha habido diferencias entre los contenidos de las fases de floración y de llenado de vainas, lo que tampoco se acomoda a la tendencia general antes comentada.

Desde el punto de vista del contenido en proteína, los datos sugieren que es mejor hacer el corte para ensilar en el momento de llenado de vainas para 'Alameda' e 'Irena' porque, aparte de tener un mayor contenido en proteína, se consigue una mayor producción de materia seca (Tabla 5). Esto coincidiría con lo señalado por Roza *et al.* (2004), que indican que el mejor momento de corte para ensilado en las habas es durante la fase de formación de vainas, porque se combina una alta cantidad de materia seca con unas buenas cualidades nutricionales. El caso de 'Diva' es distinto porque disminuye el contenido en proteína en la fase de llenado de vainas con respecto a la de floración, si bien el contenido en proteína, del 18,8 %, es todavía elevado. Otros autores (Nadal *et al.*, 2004 b) sugieren, sin embargo, que es recomendable cosechar durante el estado de floración, en el que se produce una buena combinación entre calidad nutricional y cantidad de forraje cosechado. En nuestro caso, las producciones de materia seca fueron bajas y claramente inferiores en la fase de floración con respecto a la de formación de vainas.

En cuanto a la producción de grano de las habas, 'Diva', con 6345 kg/ha, es la que dio mejor rendimiento, seguida de 'Irene' y 'Alameda', que produjeron 5401 y 4653 kg/ha, respectivamente, siendo VN la línea menos productiva, con 3896 kg/ha (Tabla 7). Por tanto y en buena lógica, las producciones son tanto mas altas cuanto más largo es el ciclo. Este rango de producciones conseguidas permite pensar en la posibilidad de intentar el desarrollo de la producción de grano de leguminosa en algunas comarcas gallegas de gran potencial productivo, como es el caso de la Comarca de Lemos (provincia de Lugo), hoy bastante abandonada y con una buena infraestructura de regadío, planificada hace más de 40 años pero nunca rematada.

Con respecto al peso de mil granos, 'Alameda' presentó los valores más altos (Tabla 7), lo que es lógico ya que es producto de una combinación de variedades botánicas con semillas de mayor tamaño, como se señaló en el apartado de material y métodos. VN dio el valor más bajo de peso de mil granos, estando 'Irena' y 'Diva' en una situación intermedia, con pesos de mil granos similares entre ellas. En cuanto al número de semillas por vaina, fue VN la que dio el valor más alto, seguido de todas las variedades de habas que no presentaron diferencias significativas entre ellas con respecto a este componente (Tabla 7). Pilbeam *et al.* (1990) encontraron resultados similares en experimentos con

diferentes cultivares de haba en el Reino Unido, en los que no se observaron diferencias significativas en cultivos creciendo en condiciones no limitantes.

TABLA 7

Rendimiento en semilla (Rend. SEM.) y componentes del rendimiento: número de vainas por m² (Vainas/m²), peso (g) de mil semillas (P1000), número de semillas por vaina (semillas/vaina) e índice de cosecha (IC, %).

Seed yield (kg/ha) and yield components: number of pods m² (Vainas/m²), 1000-seed weight (P1000), number of seeds per pod (semillas/vaina) and harvest index (IC).

Variedad	Rend. Sem. (kg/ha)	P1000 (g)	Vainas/m ² (nº)	Semillas/ vaina (nº)	IC (%)
Alameda	4653 c	953,6 a	2253 c	2,1 b	57,2 a
VN	3896 d	280,6 c	4201 b	3,3 a	46,3 c
Diva	6345 a	585,1 b	5676 a	2,0 b	55,1 b
Irene	5401 b	584,0 b	4826 b	2,0 b	55,0 b

* Las cantidades seguidas de la misma letra, dentro de cada columna, no difieren entre sí por el test de Tukey (P < 0,05)

Los índices de cosecha (IC) variaron entre 46,3 y 57,2 %, correspondiendo el valor más alto a 'Alameda', seguido muy de cerca por los de 'Diva' e 'Irena', correspondiendo el más bajo a VN (Tabla 7). El IC de 'Alameda' de este experimento resultó ser muy alto si se compara con valores de 33-66% obtenidos por otros autores (Loss *et al.*, 1997; Sau, 1989). En cuanto al rendimiento de VN, el valor de 3896 kg/ha, se situó en la parte alta del rango de producciones de la red de experimentos realizados por el Instituto Técnico y de Gestión Agrícola en Navarra, que variaron entre 0,6 y 3,6 t/ha (Nadal *et al.*, 2004 (b)), en los cuales se utilizó una densidad de siembra de 90 semillas/m², muy superior a la de nuestro ensayo, que fue de 35 semillas/m².

De los cultivares ensayados, los que dieron mayores producciones de forraje a finales de abril - principios de mayo fueron el haba 'Alameda', por ser la más precoz, y el arvejón. Por el contrario, las producciones de 'Diva' e 'Irena' fueron bastante bajas en este momento por lo que son, en principio, menos adecuadas para su cultivo como forraje de invierno en rotación con maíz, que necesita la tierra libre del cultivo anterior a finales de abril. Sin embargo, la susceptibilidad de 'Alameda' al ataque de hongos en la fecha de siembra estudiada en este trabajo, pone en duda su utilidad para el cultivo en Galicia, por lo que habrá que ensayar otras variedades que permitan una siembra temprana.

Si la opción fuese producir grano, las variedades más recomendables serían 'Diva', en primer lugar por ser la más productiva, e 'Irena', en segundo. La distinta precocidad

de maduración fisiológica de estas dos variedades (Tabla 3) puede hacer recomendable el uso de 'Irena' en algunas algunos ambientes, por adelantar en casi un mes la fecha de recolección respecto a 'Diva', a pesar de su menor producción.

CONCLUSIONES

La escasez de datos obliga a que las conclusiones que a continuación se señalan haya que tomarlas con mucha precaución, a falta de confirmación por estudios posteriores. En todo caso, los resultados disponibles permiten indicar las tres conclusiones provisionales siguientes:

El agroclima de Lugo es adecuado para el cultivo de habas y arvejones para grano, con la posibilidad de ser utilizados como cultivos forrajeros de invierno, en rotación con maíz, en el caso de que muestren una buena producción forrajera a finales de abril-principios de mayo.

De los cultivares estudiados, solamente el arvejón y el haba 'Alameda' cumplirían este requisito para la producción de forraje, debiendo descartarse 'Alameda' por su sensibilidad a enfermedades en fechas de siembra temprana.

En el caso de que la opción sea la producción de grano, para una fecha de siembra temprana, los cultivares más interesantes serían los cultivares de habas de ciclo más largo 'Diva' e 'Irena'.

AGRADECIMIENTOS

A la Xunta de Galicia por financiar el Proyecto (Agronomía y modelización del cultivo de habas (*Vicia faba*) en Galicia; PGIDT05RAG29104PR).

Al Prof. Juan Piñeiro Andión: por las valiosas sugerencias a la hora de realizar el artículo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M., 1998. Crop evapotranspiration. Guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and drainage paper n° 56. FAO. Roma (Italia).
- ARGAMENTERÍA, A.; ROZA B. de la.; MARTÍNEZ, A.; VICENTE, F., 2004. Yield of intercropped of triticale and fava bean according to their developing state. Preliminary results. En: *Land Use Systems in Grassland Dominated Regions*. Proceedings of the European Grassland Federation. 20th General Meeting. Luzern (Switzerland).
- AYAZ, S.; MCKENZIE, B.; HILL, G.; MCNEIL, D., 2004. Variability in yield of four grain legume species in a subhumid temperate environment. II. Yield components. *Journal of Agricultural Science*, **142**, 21-28

- CASTRO, M. P.; PIÑEIRO, J., 1998. Efecto de la dosis de siembra de avena (*Avena sativa* L.) y veza común (*Vicia sativa* L.) en la producción, composición botánica y valor nutritivo de la asociación. XXXVIII Reunión Científica de la SEEP, 173-176.
- COSTA, W.A. de; DENNETT, M.D.; RATNAWEERA, U.; NYALEMEGBE, K., 1997. Effects of different water regimes on field-grown determinate and indeterminate faba bean (*Vicia faba* L.). Fields Crops Research, **49**, 83-93.
- EGLI, B.E., 1998. Seed biology and the grain yield of grain crops. CAB international, 178 pp. Oxford (Reino Unido).
- FEHR, W.R.; CAVINESS, C.E.; BURMOOD, D.T.; PENNINGTON, J.S., 1971. Stage of development descriptions for soybeans, *Glycine max* (L.) Merrill. Crop Science, **11**, 929-931.
- FERNÁNDEZ-LORENZO, B.; FLORES, G.; GONZÁLEZ-ARRÁEZ, A.; VALLADARES, J.; CASTRO, P., 2006. Comparación de las rotaciones forrajeras guisante-triticale/maíz y raigrás italiano/maíz. Actas de la XLVI Reunión Científica de la SEEP, 223-230.
- FLORES, G.; GONZÁLEZ, A.; PIÑEIRO, J.; CASTRO, P.; DÍAZ, A.; VALLADARES, J., 2003. Composición química y digestibilidad in vitro del guisante forrajero (*Pisum sativum* L.) y triticale (*x Triticosecale* Wittm.) como cultivos invernales en seis fechas de corte en primavera. Actas de la XLIII Reunión Científica de la SEEP, 261-267.
- GARDNER, F.; PEARCE, R.; MITCHELL, R., 1985. *Physiology of Crop Plants*. Iowa State University Press. Ames (EEUU).
- HOWIESON, J.G.; O'HARA, G.W.; CARR, S.J., 2000. Changing roles for legumes in Mediterranean agriculture: developments from an Australian perspective. *Field Crops Research*, **65** (2), 107-122.
- HUNT, R. 1982. *Plant growth curves: the functional approach to plant growth analysis*. E. Arnold, 248 p. London (Reino Unido).
- IGLESIAS, I.; LLOVERAS, J., 1998. Annual cool-season legumes for forage production in mild winter areas. *Grass and Forage Science*, **53**, 318-325.
- LOSS, S.P.; SIDDIQUE, K.H.M., 1997. Adaptation of faba bean (*Vicia faba* L.) to dryland Mediterranean-type environments. I. Seed yield and yield components. *Field Crops research*, **52**, 17-28.
- MARTÍNEZ, A.; ARGAMENTERÍA, A.; ROZA, B. de la; MARTÍNEZ, A., 2002. Mezclas cereal-leguminosa como forraje invernal en zonas húmedas. Actas de la XLII Reunión científica de la SEEP, 315-320.
- MARTÍNEZ, A.; PEDROL, N.; PIÑEIRO, J., 2005a. Cultivares de haboncillo (*Vicia faba* L.) y triticale (*x Triticosecale* Wittm.) para producción de forraje invernal en zonas húmedas con mezclas cereal-leguminosa. Actas de la XLV Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos, 673-679.
- MARTÍNEZ, A.; ROZA, B. de la; SOLDADO, A.; ARGAMENTERÍA, A., 2005b. Evaluación de producción y valor nutritivo de las habas forrajeras como alternativa al raigrás italiano utilizadas como cultivo de invierno en rotación con el maíz. Actas de la XLV Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos, 681-688.
- MARTÍNEZ, A.; PEDROL, N., 2006. Manejo de forrajes invernales para rotaciones de cultivos. *Tecnología Agroalimentaria*, **3**. Publicaciones del SERIDA.
- MÍNGUEZ, M.I.; RUIZ-NOGUEIRA, B.; SAU, F., 1993. Faba bean productivity and optimum canopy development under a Mediterranean climate. *Field Crop Research*, **22**, 435 - 447.
- MOOT, D.J., 1997. Theoretical analysis of yield of field pea (*Pisum sativum* L.) crop using frequency distributions for individual plant performance. *Annals of Botany*, **79**, 429-437.

- MUNIER-JOLAIN, N.; NEY, B., 1998. Seed growth rate in grain legumes. II. Seed growth rate depends on cotyledon cell number. *Journal of Experimental Botany*, **49**, 1971-1976.
- NADAL, S.; MORENO, M.; MARTINEZ, C.; CUBERO, J., 2004a. El redescubrimiento de una leguminosa: los arvejones (*Vicia narbonensis*). *Agricultura*, **864**, 584-585.
- NADAL, S.; MORENO, M.; CUBERO, J., 2004b. Algarrobas (*Vicia monanthos* (L.) Desf.) y alberjones (*Vicia narbonensis* L.). En: *Las leguminosas de grano en la agricultura moderna*, 231-238. Junta de Andalucía. Consejo de Agricultura y Pesca. Mundiprensa. Madrid (España).
- NACHI, N.; LE GUEN, J., 1996. Dry matter accumulation and seed yield in faba bean (*Vicia faba* L.) genotypes. *Agronomie*, **16**, 47-59.
- PÉREZ, J. A.; ARIAS, A.M.; CASTRO, O.; CUETO, B.; GARCÍA, B.; GARCÍA, J. L.; MACHADO, A.; FERNÁNDEZ, F. L.; YÁÑEZ, L., 2002. *Evaluación económico-financiera de los Planes de Mejora en las ganaderías de leche de Asturias*. Informe final del Proyecto CICYT 1FD97-1015. Universidad de Oviedo, 603pp. Oviedo (España).
- PILBEAM, C.J.; DUC, D.; HEBBLETHWAITE, P.D., 1990. Effects of plant population density on spring-sown field beans (*Vicia faba*) with different growth habits. *Journal of Agricultural Science*, **114**, 19-33.
- ROZA, B. de la; MARTÍNEZ, A.; ARGAMENTERÍA, A., 2002. Efectos de la asociación maíz-soja forrajera sobre producción y valor nutritivo. Calidad fermentativa de los ensilados resultantes. *Actas del V Congreso de la SEAE-I Congreso Iberoamericano de Agroecología*, 1245-1252. Gijón (España).
- ROZADELGADO, B. de la; MARTÍNEZ FERNÁNDEZ, A.; SOLDADO CABEZUELO, A.; ARGAMENTERÍA GUTIÉRREZ, A., 2004. Evolución de la producción y ensilabilidad de la asociación triticales-haboncillos, según estado de desarrollo. *Actas de la XLIV R. C. de la SEEP*, 273-278.
- SUÁREZ, R.; DÍAZ, N.; PIÑEIRO, J.; SANTOALLA, C., 2002. Avena, centeno y triticales como tutores de guisante y veza en rotaciones forrajeras ecológicas. *Actas del V Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica*, **1**, 701-710. 02. Gijón (España).
- SUÁREZ, R.; DÍAZ, N.; PIÑEIRO, J.; SANTOALLA, C., 2003. Variedades de avena, centeno y triticales en rotaciones forrajeras convencionales y ecológicas. En: *Pastos, desarrollo y conservación*, 193-199. Eds. A.B. ROBLES, M^o.E. RAMOS, M^o.C. MORALES, E. SIMÓN, J.L.GONZÁLEZ, J. BOZA. Sociedad Española para el Estudio de los Pastos y Consejería de Agricultura y Pesca. Sevilla (España).
- RUIZ RAMOS, M., 2003. *Alameda: un modelo estructural-funcional del cultivo de Vicia faba* L. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid (España).
- SAU, F., 1989. *Influencia de la nutrición nitrogenada sobre la respuesta al déficit hídrico en soja y habas*. Tesis doctoral. Universidad de Córdoba. Córdoba (España).
- SAU, F.; MÍNGUEZ, M.I., 2000. Adaptation of indeterminate *faba beans* to weather and management under a Mediterranean climate. *Field Crop Research*, **66**, 81-99.
- SIDDIQUE, K.; LOSS, A.; ENNEKING, D., 1996. Narbon bean (*Vicia narbonensis* L.): a promising grain legume for low rainfall areas of south-western Australia. *Australian J. of Exp. Agric.*, **36**, 53-62.
- SILIM, S.N.; SAXENA, M.C., 1993. Yield and water use efficiency of faba bean sown at two row spacings and seed densities. *Expl. Agric.*, **29**, 173-181.
- USDA-SMSS, 1994. *Keys to soil taxonomy*. Tech monograph, **19**. Department of Agriculture. Soil Management Support Services, 442p. Washington (EEUU).

YIELD COMPONENTS OF GRAIN LEGUMES WITH POTENTIAL AS WINTER FORAGES IN GALICIA (SPAIN)

SUMMARY

Four cool season grain legume genotypes -*Vicia faba* L. cultivars Alameda, Irena and Diva and a line of *Vicia narbonensis*- were evaluated in Lugo (43°04' N, 7°30' O, 480 m elevation, Galicia, Spain), for their potential as grain and forage crops at an early sowing date. The results indicate that faba bean cultivars 'Diva' and 'Irena', with longest crop cycle, had the highest grain yield. However, *Vicia narbonensis* L. can be a good crop alternative for early forage production, as it produces relatively high quantities of good quality forage in early may.

Key words: faba bean, *Vicia faba* L., *Vicia narbonensis* L., purple broad vetch, winter crop, nutritive value.