[HABA Y ARVEJÓN TIENEN POSIBILIDADES DE SER UTILIZADAS COMO FORRAJE INVERNAL EN GALICIA]

Componentes del rendimiento en leguminosas de grano

Adriana Confalone
Agrometeorología. Facultad de Agronomía. UNCPBA. Argentina.
Juan Piñeiro Andión
CIA Mabegondo (A Coruña)
Benigno Ruíz-Nogueiras
Dpto. de Producción Vexetal. EPS. USC.
Federico Sau
Dpto. de Biología Vegetal. ETSI Agrónomos. UPM.

En este trabajo se han evaluado, en Lugo (43º 04' N; 7º 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.

Introducción

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)

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.

El material

El experimento se situó en la Finca de la Escola Politécnica Superior (EPS) de la Universidad de Santiago de Compostela (USC) situada en Lugo, 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.

Parcela de habas (Vicia faba L.) en floración

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.

Las variedades

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 con lográndose una densidad de 35 plantas por metro cuadrado.

'Alameda' es un tipo intermedio

Arvejón (Vicia narbonensis L.) en estadío de vainas llenas

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 Institute National de la Recherche Agronomique de Francia. 'IFVN 556-2376' fue suministrada por ICARDA (Internacional Center for Agricultural Research in the Dry Areas).

Los ensayos

Para seguir la evolución temporal de la fenología de los 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 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. 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:

$$DAF = \int_{t1}^{t2} IAF \quad dt$$

donde t1 es el día de la emergencia del cultivo y t2 es el día en el que el

Tabla 1:

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

	RG (MJ m⁻²d⁻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

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

En la **Tabla 1** 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 ºC 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.

Tabla 2:
Fecha de los estadios fenológicos.

Leguminosa				
Estadio	**Alameda**	**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

Tabla 3:
Duración promedio (días) de los estadios fenologicos (subp.) para las leguminosas estudiadas.

	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.

La **Tabla 2** 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 3**.

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

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).

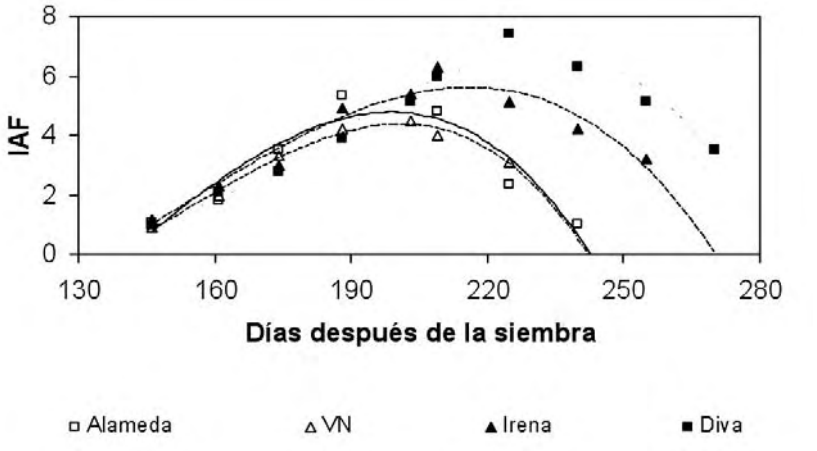

Tabla 4:

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

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).

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 (IAFmáx) y DAF (duración del área foliar) correspondieron a 'Diva' con 7,4 y 539,5 días, respectivamente. Le siguió 'Irena' con un IAFmáx de 6,3 y una DAF de 442,6 días. 'Alameda' alcanzó un IAFmáx de 5,34 y una DAF de 315,1 mientras que los valores más bajos de IAFmáx 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 IAFmáx 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).

Vista general del ensayo realizado en 2005

Producciones

En la **Tabla 4** 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

Tabla 5:

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, %).

Variedad	Rend. Sem. (kg/ha)	P1000 (g)	Vainas/m² (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
Irena	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)

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.

Detalle de habas (Vicia faba L.)en fase de llenado de vainas

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 cuanto 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 5**). Por tanto y en buena lógica, las producciones son tanto más altas como 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, desarrollada hace más de 40 años pero nunca rematada.

Peso

Con respecto al peso de mil granos, 'Alameda' presentó los valores más altos (**Tabla 5**), lo que es lógico ya que pertenece a 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.

Semillas

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. 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.

Rendimientos

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 5**). 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 2**) 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

1. 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 y principios de mayo.

2. 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.

3. 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'.

Bibliografía

Queda a disposición del lector en los correos electrónicos de redacción@editorialagricola.com y aec@faa.unicen.edu.ar •