

# EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE ACCESIONES ESPAÑOLAS DE RAIGRÁS INGLÉS E ITALIANO DESPROVISTAS DE HONGOS ENDOFITOS

J. E. LÓPEZ <sup>1</sup>, J.A. OLIVEIRA <sup>1 2</sup>

<sup>1</sup> Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo (CIAM). Apdo. 10. 15080 A Coruña

<sup>2</sup> Dpto. de Producción vegetal. E.P.S., 27002 Lugo. Universidad de Santiago

## RESUMEN

Se evaluaron 43 accesiones de *Lolium multiflorum* y 74 de *Lolium perenne*, a las cuales se eliminó el hongo endófito, junto con variedades comerciales. Las accesiones fueron poblaciones naturales de raigrás inglés e italiano recolectadas en forma de semilla en diversas localidades de España. El diseño experimental consistió en bloques completos al azar con 2 repeticiones de 10 plantas. Las variables utilizadas fueron la producción de materia seca (en otoño, invierno, primavera, espigado y verano), caracteres morfológicos (longitud y anchura de la hoja bandera, altura de la planta) y caracteres de espigado (fecha y nº inflorescencias). También se midieron variables cualitativas como la tolerancia a enfermedades, reespigado y hábito de crecimiento. El análisis de varianza para variables cuantitativas y el test de Kruskal-Wallis para variables cualitativas revelaron diferencias significativas para todas las variables excepto para el primer crecimiento de invierno en *L. multiflorum*. Los rendimientos de las accesiones de *L. perenne* fueron mayores que los de las variedades, y toleraron mejor las enfermedades. En el raigrás italiano las variedades produjeron más materia seca que las poblaciones, aunque presentaron mayor sensibilidad a enfermedades.

**palabras clave:** *Lolium perenne*, *Lolium multiflorum*, recursos fitogenéticos, poblaciones naturales, hongos endofitos.

## INTRODUCCIÓN

Los raigrases son las especies forrajeras más ampliamente utilizadas para la siembra de praderas. El raigrás italiano es la especie que más se emplea seguida del raigrás inglés, representando entre ambas el 85,7% del consumo total de semilla de plantas forrajeras en España (Piñeiro, 1994). Sin embargo la producción española de variedades comerciales resulta muy deficitaria si la comparamos con la cantidad de semilla importada de otros países. Actualmente están admitidas y comercializadas en

España 40 variedades de raigrás italiano y 22 de raigrás inglés (D.O.C.E., 1999), de entre las cuales sólo hay una española. Diversos estudios en el norte de España han puesto de manifiesto el interés de las poblaciones naturales por su diversidad agromorfológica (Balfourier *et al.*, 1997; Oliveira *et al.*, 1997) y dieron lugar a la creación y evaluación de variedades experimentales de gran interés agronómico (Lindner *et al.*, 1997; Oliveira, 1992). Sin embargo, hasta la fecha los programas de mejora no han tenido en cuenta la posible influencia de los hongos endofitos en los recursos fitogenéticos, cuyo porcentaje de infección es importante para separar posibles interacciones en ciertos caracteres de las plantas hospedadoras (Kindler *et al.*, 1991).

El objetivo de este trabajo es la evaluación de la colección total de accesiones de raigrás inglés e italiano del CIAM, eliminando la posible influencia de la presencia de los hongos endofitos.

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

Como material de estudio se emplearon 74 poblaciones naturales de *Lolium perenne* y 43 de *Lolium multiflorum*, cuya distribución geográfica se representa en la figura 1, en dos ensayos de campo diferentes. En cada uno de ellos se introdujeron variedades comerciales: seis en el caso de *L. perenne* ('Cropper', 'Talbot', 'Vigor', 'Arion', 'Brigantia' y la variedad experimental 'Ciam1') y cinco en el caso de *L. multiflorum* ('Finul', 'Exalta', 'Vitesse', 'Vallico' y 'Promenade'). El estudio se inició en 1998 en el CIAM de A Coruña, situado en Mabegondo (43° 15' N, 8° 18' O) a 100 m de altitud. Las semillas utilizadas forman parte de la colección de recursos fitogenéticos del CIAM, y fueron sometidas a un tratamiento de calor (Nott y Latch, 1993) para eliminar el hongo y evitar sus posibles interacciones con las accesiones en la evaluación agronómica. El material vegetal se sembró en bandejas de plástico y germinó bajo condiciones de invernadero, transplantándose al campo al cabo de 8 semanas de crecimiento. Como abono se aplicó NPK 8:15:15 a dosis convencionales y previamente se aplicaron 1.500 kg/ha de cal a toda la superficie (90% CaCO<sub>3</sub>, 45% CaO). El control de malas hierbas se efectuó mediante el uso de herbicidas de contacto (Roundup y Gramoxone) y herbicidas residuales (Goal). El diseño experimental consistió en dos bloques completos al azar con 10 individuos por población y bloque separados en líneas de 50 cm. En cada planta individual se tomaron datos cuantitativos y cualitativos,

siguiendo la metodología de López y Oliveira (2000). Con los datos cuantitativos se hizo un ANOVA según el modelo:

$$X_{ij} = \mu + \rho\alpha_i + \beta_j + (\rho\alpha_i * \beta_j) + \varepsilon_{ij}$$

donde  $\mu$  es la media general,  $\rho\alpha_i$  es el efecto del genotipo (incluyendo poblaciones y variedades),  $\beta_j$  es el efecto del bloque,  $(\rho\alpha_i * \beta_j)$  es la interacción entre genotipo y bloque, y  $\varepsilon_{ij}$  es el error residual. Los datos cualitativos se analizaron mediante el test no paramétrico de Kruskal-Wallis. Todos los datos se analizaron mediante el paquete estadístico SAS (SAS Institute, 1994).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Raigrás inglés

El análisis de varianza y el test de Kruskal-Wallis revelaron diferencias significativas para todas las variables (tabla 1). Las poblaciones en conjunto fueron más productivas que las variedades estudiadas y no se diferenciaron mucho en cuanto a la altura media, longitud y anchura de la hoja bandera. Fueron en conjunto más tolerantes a enfermedades criptogámicas y reespigaron más. Las poblaciones y variedades se agruparon por precocidad (precoces:  $fes > 10/05$ , tardías:  $fes < 10/05$ ), dando lugar a 33 poblaciones del grupo precoz y 41 del grupo tardío. Las variedades ‘Arión’ y ‘Cropper’ se incluyeron en el grupo temprano, siendo la primera la más precoz del ensayo ( $fes = 10/04$ ). ‘Vigor’ fue la más tardía ( $fes = 16/05$ ). Las poblaciones del grupo temprano fueron sensiblemente más productivas que las variedades (tabla 2), mientras que en el grupo tardío prácticamente no hubo diferencias entre poblaciones y variedades. El cultivar experimental ‘Ciam 1’, creado en el CIAM a partir de ecotipos locales, fue la más productiva de todas las variedades en g de materia seca anual, con un total de 417 g, seguida de ‘Brigantia’, la única variedad española, con 304 g. La menos productiva fue ‘Arion’, con 131 g. No se presentan los datos medios de las 74 accesiones por imposibilidad de espacio, pero es de destacar el buen comportamiento agronómico de las accesiones gallegas: las 10 más productivas fueron recolectadas en La Coruña y Pontevedra, junto con una población asturiana cercana a Galicia, oscilando sus producciones entre 390 y 609 g de materia seca anual. Las poblaciones de producción más baja proceden mayoritariamente de zonas de clima mediterráneo, (Álava, Gerona, Murcia, Baleares y León) teniendo la menos productiva un total de 80 g de materia seca anual. Esto parece corroborar el hecho de que las poblaciones de gramíneas pueden

tener algunas características de adaptación a las condiciones locales (Oliveira y López, 1999).

### **Raigrás italiano**

El análisis de varianza y el test de Kruskal-Wallis revelaron diferencias significativas para todas las variables excepto para el primer crecimiento de invierno (tabla 1), motivado quizá por una prematura anotación o un periodo inicial de adaptación al terreno. Las variedades fueron más productivas en casi todos los periodos de crecimiento, aunque fueron menos tolerantes a enfermedades. Al discriminar en dos grupos de precocidad (precoces:  $fes > 10/04$ , tardías:  $fes < 10/04$ ) se englobaron 17 poblaciones en el grupo precoz y 26 en el tardío, reduciéndose las diferencias entre poblaciones del segundo grupo y variedades, aunque éstas siguen siendo más productivas (tabla 2). Todas las variedades quedaron incluidas en el segundo grupo. La variedad más productiva fue ‘Exalta’, con 333 g de materia seca anual; la peor fue ‘Vallico, con 116 g. Las poblaciones pertenecientes al primer grupo no presentaron crecimiento en verano, y mayoritariamente son nativas de las provincias de Pontevedra y de Asturias. En este grupo existen accesiones con buenos rendimientos que por su precocidad pueden ser interesantes en Galicia para incluirlas en rotaciones con cultivos de maíz. En el grupo tardío es de destacar el buen comportamiento de las accesiones cántabras: las dos poblaciones más productivas del ensayo en g de materia seca anual fueron recolectadas en Santander, con 353 y 336 g respectivamente, superando a la mejor variedad (‘Exalta’), seguidas de algunas accesiones de La Coruña, Lugo y Asturias. Hasta la fecha este es el primer trabajo publicado en España en el que se realiza una evaluación agronómica de accesiones del género *Lolium* en las que se elimina el posible efecto de los hongos endofitos.

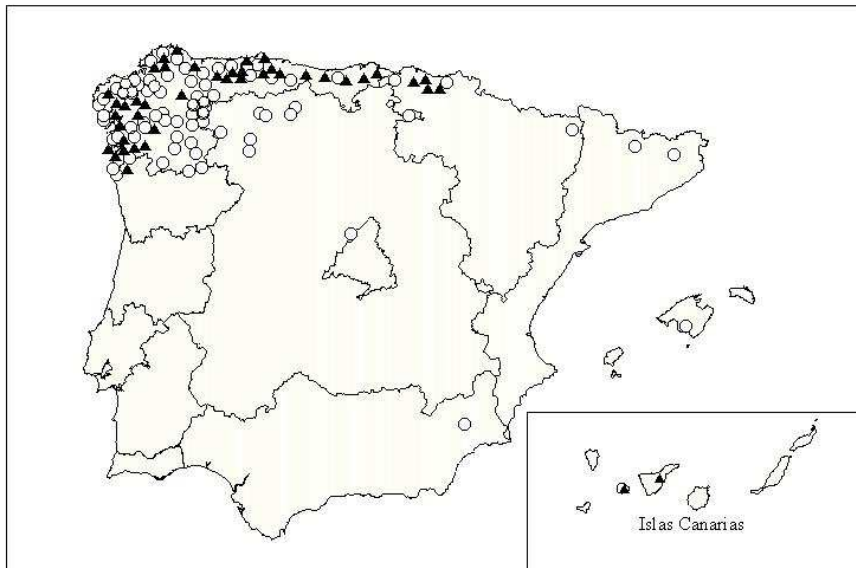
### **CONCLUSIONES**

- Las accesiones de raigrás inglés e italiano estudiadas mostraron una gran variabilidad agromorfológica.
- En general, las accesiones de raigrás inglés de espigado precoz presentaron mejores rendimientos y tolerancia a enfermedades que las variedades comerciales del mismo grupo de precocidad. Las poblaciones más interesantes se sitúan mayoritariamente en localidades gallegas.

- La variedad experimental de raigrás inglés ‘Ciam 1’, creada a partir de poblaciones locales gallegas, fue la que tuvo mayor producción de materia seca, seguida de ‘Brigantia’, la única variedad española y también creada a partir de ecotipos locales.
- En raigrás italiano, es de destacar la mayor tolerancia a enfermedades de las accesiones respecto a las variedades comerciales, y el encontrar alguna accesión más productiva que la mejor variedad comercial.
- Las mejores poblaciones son procedentes de Cantabria, La Coruña y Asturias.

### AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se está realizando mediante la financiación aportada en el proyecto RF 99-018-C1 del Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación.



**Figura 1:** distribución de las poblaciones estudiadas. Los círculos corresponden a raigrás inglés (74 accesiones) y los triángulos a raigrás italiano (43 accesiones).

**Tabla 1: análisis de varianza para el factor genotipo para las variables cuantitativas y test de Kruskal-Wallis para las variables cualitativas. Se muestra la media, máximo y mínimo de cada variable; *fes*: fecha espigado (nº días a partir del 1 de enero); *cri*, *cri2*, *crp*, *cre*, *crv*: crecimientos en invierno (2 periodos), primavera, en espigado, y en verano; *ain*: nº inflorescencias, *alp*: altura de la planta, *ahb* y *lhb*: anchura y longitud de la hoja bandera; *enf*: tolerancia a enfermedades (1 = sensible, 5 = resistente); *res*: reespigado (0 = no reespiga, 1 = reespiga); *por*: hábito de crecimiento (1 = postrada, 5 = erecta); X<sup>2</sup>: valor del test chi-cuadrado; GL: grados de libertad; SEM: error estándar de la media; \*: significativo al nivel 0,05; \*\*: significativo al nivel 0,01.**

### RAIGRÁS INGLÉS

#### Variables cuantitativas

	ANOVA			Poblaciones			Variedades		
	F	SEM	GL	Media	Máx.	Mín.	Media	Máx.	Mín.
FES	26,35 **	0,17	1352	130,74	146,55	102,90	135,21	167,32	100,00
CRI	4,51 **	0,22	1375	13,00	22,86	2,96	10,64	15,93	7,20
CRP	3,20 **	0,99	1145	46,37	110,09	6,35	39,21	67,92	19,09
CRE	3,33 **	3,19	1143	219,24	477,85	70,59	207,62	337,03	131,41
ALP	3,64 **	0,57	701	101,08	129,28	62,92	96,31	113,80	66,95
AHB	2,14 **	0,09	200	6,01	9,06	3,08	5,72	7,98	4,79
LHB	3,13 **	0,31	201	18,39	29,80	8,66	16,85	26,38	13,24

#### Variables cualitativas

	Test Kruskal-Wallis		Poblaciones			Variedades		
	X <sup>2</sup>	GL	Media	Máx.	Mín.	Media	Máx.	Mín.
ENF	375,55 **	79	3,37	5,00	1,21	3,23	3,94	2,64
RES	530,64 **	79	0,26	1,00	0,00	0,18	0,78	0,00

### RAIGRÁS ITALIANO

#### Variables cuantitativas

	ANOVA			Poblaciones			Variedades		
	F	SEM	GL	Media	Máx.	Mín.	Media	Máx.	Mín.
FES	120,41 **	0,26	750	109,10	134,33	70,95	129,72	133,38	117,66
CRI	1,01 ns	0,07	830	2,82	5,54	1,07	2,73	3,38	2,15
CRI2	2,79 **	0,22	760	8,83	14,93	9,00	10,28	15,93	6,36
CRP	2,31 **	0,95	765	27,86	65,19	7,48	38,20	67,92	20,70
CRE	4,68 **	2,37	755	88,25	203,31	18,37	130,57	189,36	70,94
CRV	6,13 **	0,85	731	19,29	79,83	0,00	37,45	66,06	14,56
ALP	14,40 **	0,67	724	87,09	132,74	42,04	112,00	123,19	100,93
AIN	1,66 *	1,56	727	71,20	123,86	38,66	61,29	101,31	37,14
AHB	4,32 **	0,06	609	8,49	12,40	5,88	9,79	11,30	8,37
LHB	7,48 **	0,18	607	18,86	30,39	11,89	25,68	28,88	18,86

#### Variables cualitativas

	Test Kruskal-Wallis		Poblaciones			Variedades		
	X <sup>2</sup>	GL	Media	Máx.	Mín.	Media	Máx.	Mín.
ENF	122,38 **	47	3,13	4,47	1,86	2,84	3,15	2,50
POR	239,97 **	47	3,03	4,52	1,47	3,68	4,74	3,04

**Tabla 2: valores comparativos entre poblaciones y variedades por grupos de precocidad. Para el raigrás italiano: P = precoces (fecha espigado antes del 10/04) T: tardías (fecha espigado después del 10/04). Para el raigrás inglés: P = precoces (fecha espigado antes del 10/05) T: tardías (fecha espigado después del 10/05). Var: variedades; Pobl: poblaciones; demás abreviaturas ver tabla 1.**

### RAIGRÁS INGLÉS

	PREC	FES	CRI	CRP	CRE	ALP	AHB	LHB	ENF	RES
Var	P	110,78	10,35	22,32	146,75	95,38	5,27	15,42	3,28	0,00
	T	147,11	10,78	48,51	240,20	96,97	7,13	21,29	3,21	0,26
Pobl	P	122,04	13,41	41,82	196,05	101,97	6,20	18,55	3,07	0,19
	T	136,87	12,71	49,73	236,00	100,37	5,68	18,10	3,59	0,31

### RAIGRÁS ITALIANO

	PREC	FES	CRI	CRI2	CRP	CRE	CRV	ALP	AIN	AHB	LHB	ENF	POR
Var	T	129,7	2,7	10,3	38,2	130,6	37,4	112,0	61,2	9,8	25,7	2,8	3,7
Pobl	P	84.0	2.9	8.5	23.5	39.0	0.0	53.6	69.2	8.3	16.6	3.1	3.2
	T	124.7	2.8	9.0	30.6	119.6	32.2	107.1	72.4	8.6	50.6	3.2	2.9

## AGRONOMIC EVALUATION OF SPANISH ENDOPHYTE-FREE PERENNIAL AND ITALIAN RYEGRASS ACCESSIONS

### SUMMARY

Forty-three accessions of *Lolium multiflorum* and 74 of *Lolium perenne* without endophytic fungi were evaluated with commercial varieties. The accessions were natural populations collected in various localities of Spain. The experimental design consisted in a randomised complete block with 2 replications of 10 plants. The variables measured were the heading date, dry matter (growth in winter, spring, at heading and summer), number of inflorescences and some morphologic characters (flag leaf length and width, height at flowering). Qualitative variables were also measured and analysed with the non-parametric test of Kruskal-Wallis, as the disease incidence, aftermath heading and growth habit. The ANOVA and Kruskal-Wallis tests revealed significative differences in all variables measured, except in the first winter yield in Italian ryegrass. Perennial ryegrass yields were higher in accessions than in varieties, and they presented a higher tolerance to diseases. In the case of Italian ryegrass, yields of varieties were higher than in populations, although they presented lower disease tolerance than populations.

**key words:** *Lolium perenne*, *Lolium multiflorum*, natural populations, plant breeding, endophytes.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BALFOURIER, F.; OLIVEIRA, J.A.; CHARMET, G.; ARBONES, E., 1997. Factorial regression analysis using both isozyme and climatic data as covariables. *Euphytica*, **98**, 37-46.
- DIARIO OFICIAL DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS, 1999. **C 321 A**, pp. 54-75.
- FURMAN, J. B.; QUALSET, C. O.; SKOVMAND, B.; HEATON, J. H.; CORKE, H.; WESENBERG, M.D., 1997. Characterization and analysis of North American triticale resources. *Crop Sci.*, **37**, 1951-1959.
- KINDLER S.D., BREEN J.P.; SPRINGER T.L. 1991. Reproduction and damage by Russian wheat aphid (Homoptera: Aphididae) as influenced by fungal endophytes and cool-season turfgrasses. *J. Econ. Entomol.*, **84**, 685-692.
- LINDNER, R; OLIVEIRA, J.A.; GARCÍA, A., 1997. Breeding early italian ryegrass populations (*Lolium multiflorum* Lam.) for rotation with maize in Northwest Spain. *Pastos*, **27 (1)**, pp. 65-74
- LÓPEZ J. E.; OLIVEIRA, J. A. 2000. Evaluación de poblaciones naturales de *Festuca arundinacea* recolectadas en el Norte de España. *Actas de la XXXIV Reunión Científica de la SEEP* (en prensa).
- NOTT H.M.; LATCH G.C.M. 1993. A simple method of killing endophyte in ryegrass seed. Proceedings of the Second International Symposium on Acremonium/Grass Interactions, Palmerston North, 1993, pp. 14-15.
- OLIVEIRA, J.A., 1992. Breeding two base populations of perennial ryegrass. *Euphytica*, **63**, pp. 257-263.
- OLIVEIRA, J.A.; LINDNER, R.; BREGU, R.; GARCÍA, A.; GONZÁLEZ, A., 1997a. Genetic diversity of westerworld landraces collected in Northwest Spain. *Genetic Resources and Crop Evolution*. **44**, pp. 479-487.
- OLIVEIRA, J.; LÓPEZ, J., 1999. Caracterización isoenzimática de poblaciones anuales de raigrás anual (*Lolium rigidum* Gaud.). *Actas de la XXXIX Reunión Científica de la SEEP*, 263-268.
- PIÑEIRO, J., 1994. Especies y mezclas pratenses en la España húmeda. *Actas de la XXXIV Reunión Científica de la SEEP*, 145-160.
- SAS INSTITUTE, 1994. SAS/STAT procedures. SAS Technical Report. SAS Institute Inc, Carry, NC.



### **Lolium multiflorum**

Medias ajustadas excluyendo Lolium rigidum (LR) y Extranjeros (EXTR = 1): Padilla, Cadiz, Arosa, Rodeos, Egipto, Yugoslavia, Argelia y Turquía.

43 accesiones.

5 variedades: vallicoport. Vitesse, finull, exalta y promenade.

### **Lolium perenne**

Medias ajustadas excluyendo LM (Ortigueira, Arteijo, Taboy, Turquía y Stacomba) , extranjeros (Marruecos) y clones.

74 poblaciones

6 variedades: Cropper, Talbot, Vigor, Arion, Brigantia y Ciam1

**ENVIADO A:**

**III REUNIÓN IBÉRICA DE PASTOS Y FORRAJES**  
Bragança-A Coruña y Lugo, 7-13 Mayo 2000

**TÍTULO:**

EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE ACCESIONES ESPAÑOLAS DE  
RAIGRÁS INGLÉS E ITALIANO ESPAÑOLAS DESPROVISTAS DE  
HONGOS ENDOFITOS

**Sesión temática:**

B. PRODUCCIÓN VEGETAL

**Autores:**

J. E. LÓPEZ<sup>1</sup>, J. A. OLIVEIRA<sup>1 2</sup>

<sup>1</sup> Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo (CIAM). Apdo. 10. 15080 A Coruña

<sup>2</sup> Dpto. de Producción vegetal. E.P.S., 27002 Lugo. Universidad de Santiago

**Autor inscrito :**

J. E. LÓPEZ<sup>1</sup>