

CARACTERIZACIÓN DE POBLACIONES NATURALES DE FESTUCA ALTA DEL NORTE DE ESPAÑA DESPROVISTAS DE HONGOS ENDOFITOS

J. E. LÓPEZ ¹, J. A. OLIVEIRA ^{1 2}

¹ Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo (CIAM). Apdo. 10. 15080 A Coruña

² Dpto. de Producción vegetal. E.P.S., 27002 Lugo. Universidad de Santiago

RESUMEN

La festuca alta (*Festuca arundinacea* Schreb) presenta características interesantes por su potencial uso forrajero y ambiental. En el CIAM se conserva una colección de poblaciones naturales que está siendo evaluada dentro del Programa Nacional de Conservación de Recursos Fitogenéticos. Se caracterizaron un total de 19 poblaciones naturales recolectadas en forma de semilla en diversas localidades del Norte de España y tres variedades comerciales. Previamente a la siembra se eliminó el hongo endofito para evitar su posible incidencia en los caracteres medidos. El diseño experimental elegido fue en bloques completos al azar. Las variables medidas en cada individuo fueron la fecha de espigado, crecimientos (otoño, invierno, primavera, y en espigado), nº de inflorescencias, tolerancia a enfermedades, reespigado, altura en espigado, longitud y anchura de la hoja bandera y hábito de crecimiento. Los crecimientos medios de las poblaciones fueron superiores a los de las variedades y resultaron ser menos sensibles a enfermedades. Al diferenciar dos grupos de precocidad las poblaciones tempranas fueron las más productivas. Los resultados obtenidos en el primer año de evaluación parecen indicar que tales poblaciones naturales pueden tener adaptaciones locales y podrían ser interesantes para la creación de nuevas variedades.

palabras clave: *Festuca arundinacea*, recursos fitogenéticos, poblaciones naturales, mejora genética, hongos endofitos.

INTRODUCCIÓN

La festuca alta es ampliamente utilizada en las regiones de clima templado o mediterráneo para diversos usos, pero quizá no se aprecia en todo su valor por no explotarse en un sistema adecuado a sus necesidades (Muslera *et al.*, 1984). En España el consumo de

semilla de festuca alta sólo representa el 5,3% del total de la semilla de gramíneas pratenses, con una media de 293 t por ha y año (Piñeiro, 1994). Actualmente los seleccionadores intentan mejorar algunos defectos de las variedades existentes, como la calidad del forraje, digestibilidad, palatabilidad o la lentitud de establecimiento (Emile *et al.*, 1992;). La aptitud de algunos ecotipos norteafricanos e ibero-atlánticos para crecer en temperaturas bajas han promovido la creación y evaluación de algunas variedades (Delgado, 1982; Olea *et al.*, 1980). Burner *et al.* (1988) ya habían reseñado el buen comportamiento agronómico de los ecotipos europeos y propusieron su uso para el desarrollo de nuevos cultivares. Además de usos forrajeros, las adaptaciones de la festuca alta para soportar condiciones hídricas y edáficas extremas tiene particular interés para evitar la erosión en espacios deteriorados y suelos agrícolas (Gómez *et al.*, 1999; Prospero *et al.*, 1995). Muchas especies y ecotipos autóctonos de gramíneas han demostrado reiteradamente su mejor comportamiento global frente a variedades extranjeras (Delgado, 1996), sin embargo un elevado número de variedades de festuca existentes en el mercado mundial está invadiendo el mercado nacional (Paredes *et al.*, 1986) lo cual motiva disminuciones productivas y de persistencia. Hasta la fecha la mejora genética de gramíneas forrajeras en Europa ha tenido como objetivo la creación de cultivares más productivos, considerando muy poco la posible influencia de la presencia de los hongos endofitos. El porcentaje de infección de hongos endofitos en los recursos fitogenéticos es elevado por lo que deben tenerse en cuenta las posibles interacciones de la presencia de los endofitos en la expresión de ciertos caracteres de las plantas hospedadoras (Kindler *et al.*, 1991). De 19 poblaciones de festuca alta del Norte de España, el 90% resultaron infectadas (Oliveira y Castro, 1997) lo que está de acuerdo con el hecho de que las poblaciones naturales o naturalizadas de gramíneas potenciales hospedadoras de endofitos contienen niveles altos de infección (Holder *et al.*, 1994). El objetivo de este trabajo es la evaluación agronómica de la colección de festuca alta conservada en el CIAM, para conocer su comportamiento agronómico eliminando la posible influencia de la presencia de hongos endofitos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se evaluaron 19 poblaciones naturales de *Festuca arundinacea*, cuyo origen se muestra en la figura 1, frente a 3 variedades comerciales ('Fawn', 'Maris kasba' y 'Tima') en un ensayo establecido durante la primavera de 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 previamente a la siembra fueron sometidas a un tratamiento de calor (Nott y Latch, 1993) para eliminar el hongo y evitar las posibles interacciones de éste 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% CaCO₃, 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 80 cm. En cada planta individual se midieron parámetros cuantitativos y cualitativos. Los caracteres cuantitativos fueron: fecha de espigado (*fes*, = nº días a partir del 1 de enero), producción en g de materia seca durante los periodos de otoño (*cro*), invierno (*cri*), primavera (*crp*) y en espigado (*cre*), nº de inflorescencias (*ain*), altura en espigado (*alp*, en cm), longitud de la hoja bandera (*lhb*, en cm) y anchura de la hoja bandera (*ahb*, en mm). Los caracteres cualitativos estudiados fueron: tolerancia a enfermedades (*enf*, desde 1 = sensible hasta 5 = resistente), reespigado (*res*, desde 0 = no reespiga hasta 1 = reespiga) y hábito de crecimiento (*por*, desde 1 = postrado hasta 5 = erecto). Debe remarcarse que los datos corresponden a un único año de evaluación, con las limitaciones que ello comporta, y se contrastarán con los datos obtenidos durante el segundo año.

Debido a las diferencias significativas observadas entre los bloques, los valores individuales de cada planta en cada bloque se ajustaron mediante la ecuación:

$$a_{ij}' = \left(1 - \frac{x_{cj} - x_c}{x_c} \right) a_{ij} \quad (\text{Furman } et \text{ al.}, 1997)$$

donde a_{ij} = valor de la población i en el bloque j ; a_{ij}' = valor ajustado para dicha población; x_{cj} = media de las tres variedades en el bloque j ; x_c = media de las tres variedades en el experimento. Con los datos cuantitativos ajustados se aplicó un análisis de varianza según el modelo:

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

donde μ es la media general, ρ_i es el efecto del genotipo (incluyendo poblaciones y variedades), β_j es el efecto del bloque, $(\rho_i * \beta_j)$ es la interacción entre genotipo y bloque, y ε_{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

El análisis de varianza reveló diferencias significativas para los caracteres *fes*, *cro*, *cri*, *crp* y *ahb* (tabla 1). El test de Kruskal-Wallis reveló diferencias significativas para las tres variables cualitativas (*enf*, *res* y *por*). El intervalo de variación en todas las variables fue más amplio en las poblaciones, que mostraron una mayor diversidad agromorfológica. Tal y como se puede ver en la tabla 1, las poblaciones en conjunto fueron más productivas que las variedades durante los cuatro periodos de crecimiento, y toleraron mejor las enfermedades criptogámicas. Las variedades presentaron una mayor altura media en espigado y un hábito de crecimiento más erguido. La longitud y anchura de la hoja bandera fueron mayores en las poblaciones. En cuanto al reespigado, poblaciones y variedades se comportaron de manera similar. Los caracteres medidos no mostraron una diferenciación geográfica aparente, con lo cual la diversidad observada no parece estar concentrada en ninguna zona concreta. De todas las poblaciones, particularmente cuatro presentaron un excelente comportamiento agronómico, todas ellas pertenecientes al grupo precoz, superando los 500 g de materia seca en producción total anual, resultando ser al mismo tiempo más tolerantes a enfermedades fúngicas. Su situación se encuentra resaltada en la figura adjunta, dos de ellas se sitúan en el norte de Lugo y las otras dos en la costa asturiana. Ninguna de las variedades llegó al medio kg de materia seca anual.

Al dividir las poblaciones en dos grupos de precocidad según la fecha de espigado (tempranas: antes del 15 de abril; tardías: después del 15 de abril) se observó una mayor producción en el grupo temprano, integrado por 10 de las 19 poblaciones estudiadas (tabla 2), lo cual está de acuerdo con los datos obtenidos por Díaz *et al.* (1999) en un estudio realizado en el norte de España sobre 13 variedades comerciales, donde las más precoces resultaron ser algo más productivas. Sin embargo Paredes *et al.* (1986) obtuvieron las mayores productividades en variedades tardías en una evaluación realizada en el sur de España. De las tres variedades estudiadas ‘Maris Kasba’ (la más tardía) fue la de menor rendimiento, y ‘Fawn’ (la más temprana) la de mayor. Dado que la especie no está específicamente mejorada

para zonas húmedas (Piñeiro y Pérez, 1986), los datos indican que en tales zonas las variedades citadas pueden tener un comportamiento agronómico diferente, pudiendo resultar adecuado el uso de variedades creadas a partir de germoplasma autóctono.

Las festucas de tipo europeo no tienen parada invernal, como ocurre con otras especies forrajeras, de modo que su empleo, mejorando algunos aspectos (digestibilidad, palatabilidad, rapidez de establecimiento) puede compensar la parada vegetativa que sufren otras especies, sobre todo en ambientes mediterráneos, donde existe una escasa disponibilidad de gramíneas para pastoreo.

CONCLUSIONES

- Las poblaciones naturales de festuca alta estudiadas mostraron una gran variabilidad agromorfológica.
- En general, las poblaciones de festuca alta tuvieron mejor comportamiento agronómico que las variedades comerciales.
- Las poblaciones más precoces de espigado resultaron ser las más productivas.

AGRADECIMIENTOS

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

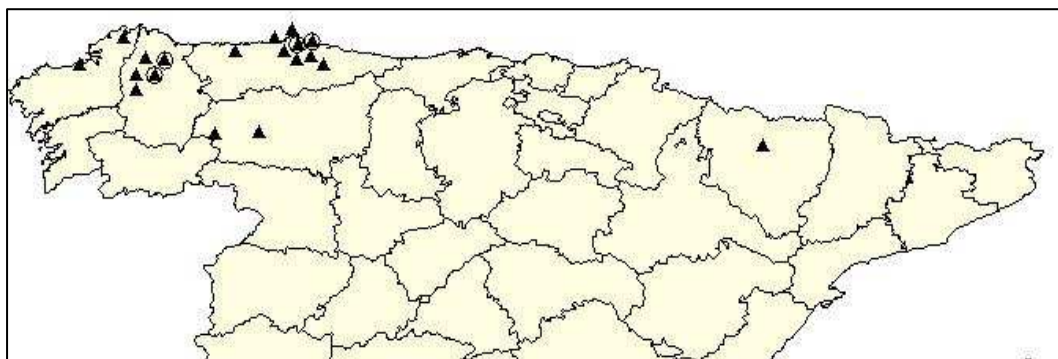


Figura 1: distribución de las 19 poblaciones estudiadas, se encuentran resaltadas con un círculo aquellas poblaciones con buen comportamiento agronómico.

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; *cro*, *cri* *crp* *cre*: crecimientos en otoño, invierno, primavera y en espigado; *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^2 : 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.

Variables cuantitativas

	ANOVA			Poblaciones			Variedades		
	F	SEM	GL	Media	Máx.	Mín.	Media	Máx.	Mín.
FES	11,43 **	0,79	234	99,73	122,55	68,22	107,48	126,50	88,47
CRO	2,67 *	0,71	241	15,38	26,70	2,51	11,04	14,31	3,88
CRI	2,15 *	2,29	241	46,32	89,10	8,82	37,35	48,91	18,63
CRP	2,24 *	3,86	240	120,23	164,58	63,46	106,25	132,66	67,99
CRE	1,03 ns	9,19	232	212,56	348,61	115,10	198,86	243,08	114,63
AIN	1,91 ns	3,76	233	104,41	158,99	37,86	88,31	125,23	46,82
ALP	1,23 ns	1,38	231	134,88	165,81	105,43	140,86	149,63	130,93
AHB	2,69 *	0,10	230	8,79	11,57	6,61	8,13	8,62	7,80
LHB	1,25 ns	0,31	230	20,59	25,69	16,33	18,61	20,09	17,77

Variables cualitativas

	Test Kruskal-Wallis		Poblaciones			Variedades		
	X^2	GL	Media	Máx.	Mín.	Media	Máx.	Mín.
ENF	44,37 **	21	3,72	4,83	2,53	2,91	3,12	2,72
RES	39,05 **	21	0,41	0,70	0,10	0,40	0,70	0,18
POR	85,71 **	21	2,97	4,50	2,10	3,96	4,15	3,72

Tabla 2: valores comparativos entre poblaciones y variedades por grupos de precocidad.

***P*: precoces (fecha espigado antes del 15/04) *T*: tardías (fecha espigado después del 15/04). *Var*: variedades; *Pobl*: poblaciones; demás abreviaturas ver tabla 1.**

	PREC	FES	CRO	CRI	CRP	CRE	AIN	ALP	AHB	LHB	ENF	RES	POR
Var	P	88,5	14,1	43,5	131,3	239,6	90,3	141,4	8,6	17,9	2,9	0,7	4,1
	T	118,3	9,0	33,8	92,0	181,1	87,1	140,5	7,8	19,0	2,9	0,2	3,8
Pobl	P	91,8	18,8	56,1	132,2	231,9	102,1	136,2	8,9	20,7	3,8	0,4	3,0
	T	109,9	10,4	34,2	106,6	189,6	107,5	133,2	8,7	20,4	3,6	0,4	3,0

CHARACTERIZATION OF ENDOPHYTE-FREE NATURAL POPULATIONS OF TALL FESCUE FROM THE NORTH OF SPAIN

SUMMARY

Tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb) is an interesting species for possible forage and environmental uses. In the CIAM a collection of natural populations is conserved and it is being evaluated for possible uses in breeding programs. They were characterised a total of 19 endophyte-free natural populations collected in various sites of the North of Spain and three commercial varieties. The experimental design was a randomised complete block with two replications of 10 plants. The variables measured in each individual plant were the heading date, dry matter (autumn, winter, spring, and at flowering), n° of inflorescences, tolerance to diseases, aftermath heading, height at flowering, flag leaf length and width and growth habit. Average growths of the populations were higher than those of the varieties and with less disease incidence. Earlier populations presented a better agronomic behaviour than later ones. The results obtained in the first year of evaluation seem to indicate that such natural populations have interesting local adaptations and could be useful to create new varieties.

key words: *Festuca arundinacea*, genetic resources, natural populations, plant breeding, endophytes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BURNER, D.M.; BALASKO, J.A.; O'BRIEN, P.M., 1988. Attributes of tall fescue germplasm of diverse geographic origin. *Crop Sci.*, **28(3)**, 459-462.
- DELGADO, I., 1982. La festuca alta (*Festuca arundinacea* Schreb) de origen mediterráneo. Primeros resultados en Aragón (España). *Anales del INIA. Serie Agrícola.* **19**, 97-110.
- DELGADO, I., 1996. Opción forrajera a los malos secanos cerealistas. *Agricultura*, 765, 295-297.
- DÍAZ, N.; PIÑEIRO, J.; AYUSO, C., 1999. Valor agronómico de variedades comerciales de gramíneas pratenses. CIAM Memoria 1997. Consellería Agricultura, Gandería e Política Agroalimentaria. Xunta de Galicia, 49-60.
- EMILE, J.C.; GILLET, M.; GHESQUIÈRE, M.; CHARRIER, X. 1992. Pâturage continu de fétuques éleées par des vaches laitières: amélioration de la production par l'utilisation d'une variété sélectionnée pour l'appétibilité. *Fourrages*, **130**, 159-169.

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.

GÓMEZ, P. J.; DE LA CRUZ, M.; RUIZ, J.; CASANOVA, C.; SOLER, C., 1999. Poblaciones españolas del género *Festuca*: caracterización y evaluación. *Actas II Congreso de la Sociedad Española de Genética*. A Coruña, 385.

HOLDER, T.L., WEST, C.P., TURNER, K.E., MCCONNELL, M.E.; PIPER, E.L. 1994. Incidence and viability of *Acremonium* endophytes in tall fescue and meadow fescue plant introductions. *Crop Science*, **34**, 252-254.

KINDLER S.D., BREEN J.P. Y 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.

MUSLERA E., RATERA C., 1984. Praderas y forrajes: Producción y aprovechamiento. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 702 pp.

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.

OLEA, L.; PAREDES, J.; MARTINEZ, A., 1980. "Tima", una nueva variedad de festuca alta (*Festuca arundinacea* Schreb). *Pastos* . **10 (2)**, 75-83.

OLIVEIRA J.A.; CASTRO V., 1997. Incidence and Viability of *Acremonium* endophytes in tall fescue accessions from North Spain. *Genetic Resources and Crop Evolution*, **44**, 519-522.

PAREDES, J.; OLEA, L.; VERDASCO, P., 1986. Estudio de variedades de festuca alta para su utilización en praderas de regadío del S.O. de España. *Pastos*, **16**, 151-161.

PIÑEIRO, J., 1994. Especies y mezclas pratenses en la España húmeda. Actas de la XXXIV Reunión Científica de la SEEP, 145-160.

PIÑEIRO, J.; PÉREZ, M., 1986. El interés agronómico de ecotipos españoles de plantas pratenses. *Pastos*, **44(1)**, 103-118.

PROSPERI, J.M.; GUY, P.; BALFOURIER, F. 1995. Ressources génétiques des plantes fourragères et a gazon. BRG, 219 pp.

SAS INSTITUTE, 1994. SAS/STAT procedures. SAS Technical Report. SAS Institute Inc, Carry, NC.

IDD	prec	POBL	FES	CRO	CRI	CRP	CRE	ALT	AIN	ENF	RES	ALP	LHB	AHB	POR
4	1	GOIRIZ	68,22	19,74	61,88	164,58	261,68	1,71	96,98	3,57	0,29	129,89	17,04	7,47	2,24
10	1	INESPAL	74,15	14,45	46,50	130,77	140,00	1,36	76,82	3,34	0,70	105,43	16,33	6,61	2,30
196	1	Fawn	88,47	14,31	42,86	132,66	236,25	1,90	90,34	2,90	0,70	141,40	17,95	8,62	4,15
3	1	TORRE2	88,91	9,98	28,11	71,54	115,10	1,00	37,86	2,68	0,60	140,04	20,84	8,17	4,50
5	1	MONDOÑEDO	91,93	26,38	61,62	143,84	274,08	1,59	65,81	4,83	0,50	143,65	25,69	11,57	3,64
25	1	CAMPADETOR	96,03	23,41	58,71	141,84	250,50	1,67	142,39	4,43	0,38	135,67	23,23	9,64	2,19
26	1	PONFERRADA	98,98	10,44	39,64	102,82	140,18	1,22	64,05	3,72	0,60	127,41	20,31	9,31	3,60
21	1	MANZANAL	100,57	21,29	54,20	122,13	158,32	1,71	120,71	3,56	0,63	108,24	21,65	9,65	2,75
27	1	PIEDELORO	101,24	21,40	89,10	152,53	276,93	1,00	118,32	3,52	0,13	165,81	19,62	7,98	2,88
30	1	NAVA	102,24	26,70	50,38	97,92	283,13	1,00	121,86	4,61	0,10	155,96	16,87	7,64	3,70
19	1	REGUERAL	103,05	12,80	66,16	154,46	348,61	2,23	147,00	3,67	0,46	158,62	23,47	9,33	2,77
1	2	INSUA	106,40	8,96	21,30	88,25	175,82	1,00	101,92	3,09	0,30	142,44	17,27	8,33	3,40
23	2	ANTROMERO	106,78	11,90	51,07	96,01	204,38	1,17	87,54	3,29	0,20	141,66	21,54	9,45	2,80
7	2	BARCIA	107,66	10,90	33,84	110,93	201,86	1,13	158,99	2,53	0,33	133,15	18,05	7,36	3,45
31	2	PERAN	107,82	10,56	21,20	121,07	168,02	2,06	87,98	4,08	0,57	111,03	23,79	8,91	2,93
16	2	AVILES	109,11	14,55	37,67	106,57	199,88	1,00	88,69	3,83	0,25	147,88	18,46	8,72	2,75
15	2	ORTIGUEIRA	109,42	10,14	56,43	136,11	209,66	1,53	148,39	4,38	0,33	128,10	19,65	7,74	3,69
194	2	Tima	110,64	14,17	48,91	113,05	243,08	1,90	125,23	2,72	0,28	149,63	20,09	7,80	3,72
2	2	TORRE1	110,90	14,56	35,63	102,52	195,71	1,38	89,30	3,16	0,62	152,90	21,64	10,27	2,82
24	2	SALINES	111,11	11,39	40,77	112,27	188,82	1,46	132,49	3,38	0,27	114,97	21,81	8,78	2,10
18	2	BOLTAÑA	122,95	2,51	8,82	63,46	167,79	1,00	54,71	4,75	0,25	138,75	19,99	8,82	2,38
195	2	Mariscasba	126,50	3,88	18,63	67,99	114,63	1,00	46,82	3,12	0,18	130,93	17,77	7,91	4,00

Medias ajustadas para 19 poblaciones y 3 variedades (Tima, Maris Kasba y Fawn)

Excluidas del análisis por falta de datos: Cecebre, Mera, Pevidal, Quiros y Unquera

No consideradas las plantas transplantadas en otoño (TRO=1) ni raigrases ni clones.

Grupo de precocidad 1: 10 poblaciones y 1 variedad

Grupo de precocidad 2: 9 poblaciones y 2 variedades

ENVIADO A:

III REUNIÓN IBÉRICA DE PASTOS Y FORRAJES

Bragança-A Coruña y Lugo, 7-13 Mayo 2000

TÍTULO:

CARACTERIZACIÓN DE POBLACIONES NATURALES DE FESTUCA ALTA
DEL NORTE DE ESPAÑA DESPROVISTAS DE HONGOS ENDOFITOS

Sesión temática:

B. PRODUCCIÓN VEGETAL

Autores:

J. E. LÓPEZ ¹, J. A. OLIVEIRA ^{1 2}

¹ Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo (CIAM). Apdo. 10. 15080 A Coruña

² Dpto. de Producción vegetal. E.P.S., 27002 Lugo. Universidad de Santiago

Autor inscrito :

J. E. LÓPEZ ¹