

COLECCIONES DE GERMOPLASMA DE GRAMÍNEAS PRATENSES DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES AGRARIAS DE MABEGONDO

JULIO E. LÓPEZ DÍAZ ¹, J. ALBERTO OLIVEIRA PRENDES ²

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

² Dpto. de Biología de Organismos y Sistemas. Area de producción vegetal. C/ Catedrático Rodrigo Uría s/n. 33071, Oviedo. Universidad de Oviedo.

INTRODUCCIÓN

En las dos últimas décadas, la conservación de la biodiversidad ha suscitado preocupación como consecuencia de las actividades antrópicas y sus repercusiones en el medio ambiente. En los últimos 200 años la unificación de los hábitos alimenticios y la simplificación de los sistemas agrícolas han reducido el número de cultivos y la heterogeneidad de los mismos. En la actualidad el 90% de la alimentación a nivel mundial está basada en tan solo unas 30 especies vegetales (FAO, 1996). La utilización de un estrecho abanico de cultivares, más productivos y adaptados a las condiciones de comercialización de la sociedad moderna, ha ido desplazando paulatinamente a muchos cultivares tradicionales, menos productivos, pero más adaptados a su ambiente y poseedores de una gran diversidad genética. Como consecuencia, estos nuevos materiales vegetales suministrados por la agricultura moderna, destruyen la propia fuente de diversidad que utilizan los fitomejoradores, aumentando el riesgo de *erosión genética*, definida como la pérdida de diversidad, incluyendo la pérdida individual de genes, y un mayor riesgo de *vulnerabilidad genética*, definida como la condición de un cultivo cuando es uniformemente susceptible a un patógeno o plaga (National Research Council, 1972). La principal causa de erosión genética es la sustitución de las variedades tradicionales por cultivares modernos, seguida de la degradación de los ecosistemas (Iriando, 2001). A pesar de los progresivos esfuerzos de conservación iniciados durante los últimos años, el creciente deterioro de los espacios naturales ha ocasionado que actualmente a escala mundial se encuentren amenazadas el 12,5% de las cerca de 250.000 especies vegetales conocidas (Walter y Gillett, 1998). En España, según datos del Ministerio de Medio Ambiente (1999), de las casi 10.000 especies inventariadas, el 12% están amenazadas. Hasta bien entrado el siglo XX no se



Figura 1: *Festuca arundinacea* (superior) y *Lolium multiflorum* (inferior).

tuvo conciencia del estrechamiento que estaba sufriendo la base genética de las especies cultivadas, por lo que se iniciaron los esfuerzos de conservación para evitar en la medida de lo posible el proceso de erosión genética.

Históricamente, la primera colección sustancial de germoplasma en un cultivo fue llevada a cabo por Philippe de Vilmorin, en Verrières (Francia), hacia la mitad del s. XIX. Tal colección consistía esencialmente en genotipos de trigo silvestres (Frankel *et al.*, 1995). Sin embargo no se obtuvieron las primeras colecciones sistemáticamente recopiladas hasta la segunda década del s. XX a cargo del científico N. I. Vavilov, cuyo objetivo era obtener una representación mundial de la diversidad genética de los principales cultivos. (Vavilov, 1949-50). Sus más de 100 expediciones de recolección de recursos fitogenéticos por todo el mundo resultaron finalmente en una colección de 1.373 muestras, esencialmente formada por leguminosas. Actualmente ésta colección consiste en unas 43.000 muestras pertenecientes a 160 especies de leguminosas, que se conservan en el Vavilov Institute of Plant Industry de Rusia (Kurlovich *et al.*, 2000). Desde entonces, y con motivo de preservar la variabilidad genética de las poblaciones naturales, en las últimas décadas se ha iniciado por parte de diversas instituciones nacionales e internacionales, un importante movimiento conservacionista, que pretende concentrar la mayor parte de la diversidad posible de especies de interés en centros especiales de almacenamiento. Esta iniciativa derivó en la aprobación en 1983 del Compromiso Internacional sobre Recursos Fitogenéticos por los Países Miembros de la FAO, en el cual diversas instituciones coordinadas internacionalmente asumieron la responsabilidad de conservar y mantener colecciones de recursos fitogenéticos en especies de interés, para el beneficio de la comunidad mundial. Las modalidades de conservación iniciadas se centraron en dos líneas concretas: conservación *in situ*, traducida en la figura de espacios naturales gestionados y protegidos integralmente, y conservación *ex situ*, en forma de colecciones de plantas y bancos de germoplasma.

Desde los años 70, el número de genotipos conservados en colecciones de germoplasma en todo el mundo se ha multiplicado por diez. Según datos de la FAO (1995) se calcula que existen almacenadas *ex situ* seis millones de entradas en cerca de 1.300 colecciones de germoplasma, de las cuales el 91% se conservan en forma de semilla, el 8% se conservan *in vivo* en jardines botánicos y tan sólo un 1% se conservan *in vitro*.

En Galicia y en el caso concreto de las gramíneas forrajeras, se mantienen bancos de germoplasma en la Misión Biológica de Galicia (MBG) dependiente del CSIC (Lindner *et al.*, 1997; Ron *et al.*, 1997), y en el Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo (CIAM), dependiente de La Consellería de Agricultura, Gandería e Política Agroalimentaria (López y Oliveira, 2001; Oliveira, 1999). La MBG conserva unas 500 muestras de dactilo (*Dactylis glomerata* L.) y el CIAM unas 140 muestras de raigrases y festucas (*Lolium perenne* L., *Lolium multiflorum* Lam. y *Festuca arundinacea* Schreb.), las cuales han sido recientemente evaluadas agrónomicamente para su posible uso en mejora. Esta colección se completó durante los años 1999 y 2000 con nuevas recolecciones de gramíneas poco representadas en el banco del CIAM (Oliveira *et al.*, 2001), entre las que destacan géneros como *Agrostis*, *Poa*, y festucas finas (*Festuca rubra* L. y *Festuca ovina* L.), en virtud de la financiación aportada por el proyecto RF99-018 del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

En este trabajo se muestran los resultados de la evaluación agronómica llevada a cabo en el CIAM entre los años 1998 y 2000 de 74 poblaciones de raigrás inglés, 42 de raigrás italiano, y 24 de festuca alta.

MATERIAL Y MÉTODOS

Entre los años 1985 y 1997 se recolectaron en forma de semilla una serie de poblaciones naturales de *Lolium perenne*, *Lolium multiflorum*, y *Festuca arundinacea* en diversas localidades de España, principalmente en la mitad norte. En el año 1998 comenzó la evaluación agronómica, transplantando al campo 20 plantas aisladas de cada genotipo, que previamente se habían sembrado en condiciones de invernadero (Figura 2). Se establecieron tres campos de ensayo independientes: uno de raigrás inglés, en el que se evaluaron 74 poblaciones, otro de raigrás italiano, en el que se evaluaron 42 poblaciones, y un tercer ensayo de festuca alta, en el que se evaluaron 24 poblaciones. El diseño experimental consistió en bloques completos al azar con dos repeticiones, y en todos los ensayos se incluyeron cultivares comerciales como testigos: seis en *L. perenne* ('Arion', 'Brigantia', 'Cropper', 'Talbot', 'Vigor' y la variedad experimental 'Ciam1'), cinco en *L. multiflorum* ('Exalta', 'Finul', 'Promenade', 'Vallico' y 'Vitesse'), y tres en *F. arundinacea* ('Fawn', 'Tima' y 'Mariskasba'). Como abono se aplicaron 800 kg/ha de NPK 8:15:15 y previamente se aplicaron 1.500 kg/ha de cal (90% CaCO₃, 45% CaO). El control de malas hierbas se efectuó mediante el uso de herbicidas de contacto y residuales. Durante dos años consecutivos se midieron independientemente en cada ensayo las variables detalladas en la Tabla 1:



Figura 2: detalle del campo de ensayo de plantas aisladas del CIAM

	Variable agronómica											
	<i>fes</i>	<i>cri</i>	<i>crp</i>	<i>cre</i>	<i>crv</i>	<i>alp</i>	<i>ain</i>	<i>lhb</i>	<i>ahb</i>	<i>enf</i>	<i>hcr</i>	<i>alt</i>
<i>L. perenne</i>	•	•	•	•		•	•	•	•	•	•	•
<i>L. multiflorum</i>	•		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
<i>F. arundinacea</i>	•	•	•	•		•	•	•	•	•	•	•

Tabla 1. Variables utilizadas en la caracterización de las colecciones de *L. perenne*, *L. multiflorum* y *F. arundinacea*. Los puntos indican las variables que han sido consideradas en cada especie. *fes*: fecha espigado (número de días a partir del uno de enero); *cri*, *crp*, *cre*, *crv*: crecimientos en invierno, primavera, en espigado y en verano (g de materia seca por planta individual); *alp*: altura de la planta en espigado (altura total en cm); *ain*: nº inflorescencias (nº de espigas por planta individual); *lhb* y *ahb*: longitud y anchura máximas de la hoja bandera (medidas en cm y en mm, respectivamente); *enf*: tolerancia a enfermedades (medido en escala desde 1 = sensible, hasta 5 = tolerante); *hcr*: hábito de crecimiento (medido en escala desde 1 = porte rastrero, hasta 5= porte erecto); *alt*: alternatividad (0 = no alternativa, 1 = alternativa).

Dado el carácter anual del raigrás italiano, en el otoño del segundo año se repitió el proceso de siembra y transplante para continuar la evaluación. En el raigrás inglés y festuca alta no fue necesario por tratarse de especies perennes. Los datos medios de las poblaciones se emplearon en métodos estadísticos multivariantes (análisis de componentes principales, clasificación ascendente jerárquica), con el fin de identificar grupos de valor agronómico similar. Adicionalmente se calculó la diversidad media de las poblaciones mediante el índice *H* de Shanon-Weaver (Shanon y Weaver, 1963).

RESULTADOS

Las poblaciones mostraron una gran variabilidad agromorfológica. Considerando los tres ensayos conjuntamente, el 45% de las poblaciones presentaron mejor comportamiento agronómico que las variedades comerciales usadas como testigo. En raigrás inglés el 56% de las poblaciones obtuvieron mejores comportamientos que la media de las variedades. La variedad experimental 'Ciam 1', creada a partir de ecotipos locales, fue la que tuvo un mejor comportamiento agronómico, seguido de la variedad comercial 'Brigantia', también originada a partir de ecotipos gallegos. En raigrás italiano el 20% de las poblaciones tuvieron un mejor comportamiento que la media de las cinco variedades. En festuca alta el 54% de las poblaciones mostraron mejor comportamiento que la media de las tres variedades. El buen valor agronómico de las poblaciones locales de gramíneas, ya ha sido observado por Oliveira *et al.* (1997) y frecuentemente es debido a la presencia de características especiales de adaptación a una región determinada (Piñeiro y Pérez, 1986).

L. perenne

El análisis de componentes principales (ACP) sobre la colección total explicó un 72% de la varianza con tres componentes. El *Factor 1* se relaciona con todas las variables de producción (*cri*, *crp* y *cre*), la fecha de espigado y tolerancia a enfermedades. El *Factor 2* se puede definir como un eje morfológico, con el que correlacionan las variables de tamaño de la hoja bandera y altura de la planta. El *Factor 3* se relaciona con las variables hábito de crecimiento y número de inflorescencias. La clasificación ascendente jerárquica basada en las componentes estableció nueve grupos de poblaciones explicando un 76% de la varianza (Figura 3a). En la Figura 3 se representan las poblaciones en el espacio factorial del ACP, marcadas mediante símbolos que indican el grupo de la clasificación jerárquica al que pertenecen.

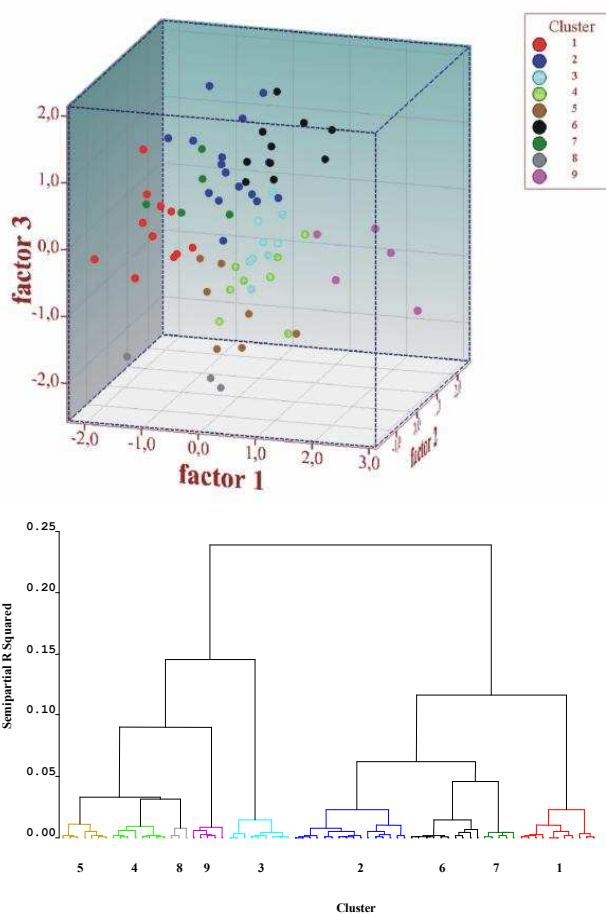


Figura 3. Superior: representación factorial de las poblaciones de *L. perenne*. Inferior: diagrama de la clasificación ascendente jerárquica.

L. multiflorum

El ACP sobre la colección total explicó un 82% de la varianza con tres componentes (Figura 4). El *Factor 1* se relaciona con casi todas las variables de espigado y de crecimiento tardío (*fes*, *cre*, *crv*, *ain* y *alp*). El *Factor 2* correlaciona con las variables de forma de la hoja (*ahb* y *lhb*) y el crecimiento de primavera (*crp*). El *Factor 3* se relaciona con las variables cualitativas (*enf* y *hcr*). La clasificación ascendente jerárquica basada en las componentes principales estableció seis grupos de accesiones, explicando un 71% de la varianza (Figura 5a).

F. arundinacea

El ACP sobre la colección total explicó un 81% de la varianza con cuatro componentes (Figura 5). El *Factor 1* se relaciona con todas las variables de producción, nº de inflorescencias y altura total (*cri*, *crp*, *cre*, *ain* y *alp*). El *Factor 2* se relaciona con las variables de forma de hoja (*ahb* y *lhb*). El *Factor 3* se relaciona con la fecha de espigado y tolerancia a enfermedades (*fes* y *enf*) y finalmente el *Factor 4* se relaciona con el hábito de crecimiento y la alternitud (*hcr* y *alt*). Las poblaciones de mayor precocidad de espigado fueron las más productivas. La clasificación ascendente jerárquica basada en las componentes principales estableció cinco grupos explicando un 67% de la varianza. (Figura 5a).

La colección más diversa fue la de *L. multiflorum* ($H = 2,705$), seguida de la colección de *L. perenne* ($H = 2,527$) y de la colección de *F. arundinacea* ($H = 2,167$).

En la colección de raigrás italiano resultaron interesantes las poblaciones incluidas en los grupos 2 y 6. El grupo 2 incluye poblaciones muy productivas de espigado intermedio-tardío, provenientes en su mayoría de Galicia y Cantabria. El grupo 6 está formado por poblaciones de buen crecimiento invernal y fechas de espigado tempranas, provenientes en su mayoría de la provincia de Pontevedra, y que pueden ser interesantes para incluir en rotación con maíz. En el raigrás inglés el grupo 9, integrado por poblaciones gallegas, resultó el más interesante por tener las mayores producciones y una alta tolerancia a enfermedades de hoja. En festuca alta resultaron de interés las poblaciones del grupo 1, de espigado intermedio y buenas producciones, provenientes en su mayoría de Lugo.

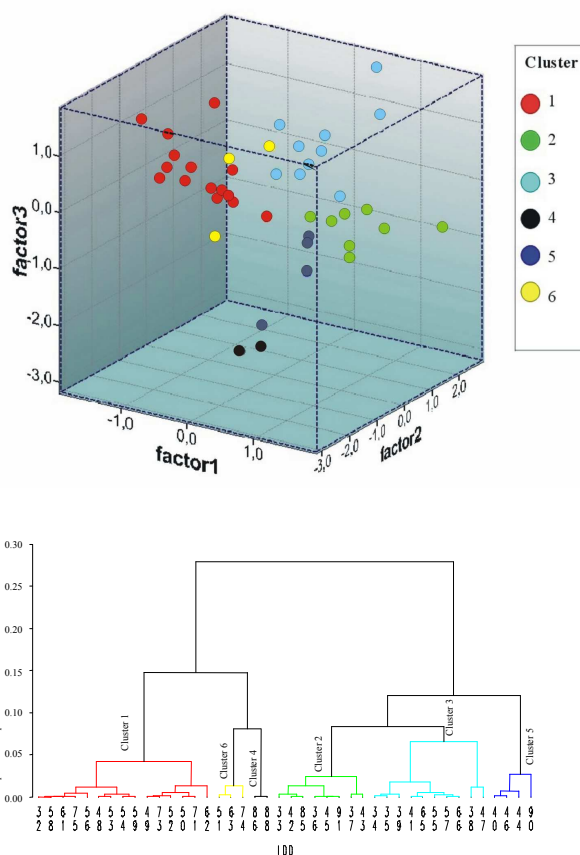


Figura 4. Superior: representación factorial de las poblaciones de *L. multiflorum*. Inferior: diagrama de la clasificación ascendente jerárquica.

En conclusión, se puede decir que el material estudiado presenta un alto interés. El buen comportamiento de las poblaciones en general frente a los cultivares ensayados no sólo puede ser útil en agricultura intensiva para la creación de nuevas variedades, sino también para otros usos alternativos como son la agricultura de bajos insumos (low-input) y la recuperación de zonas degradadas.

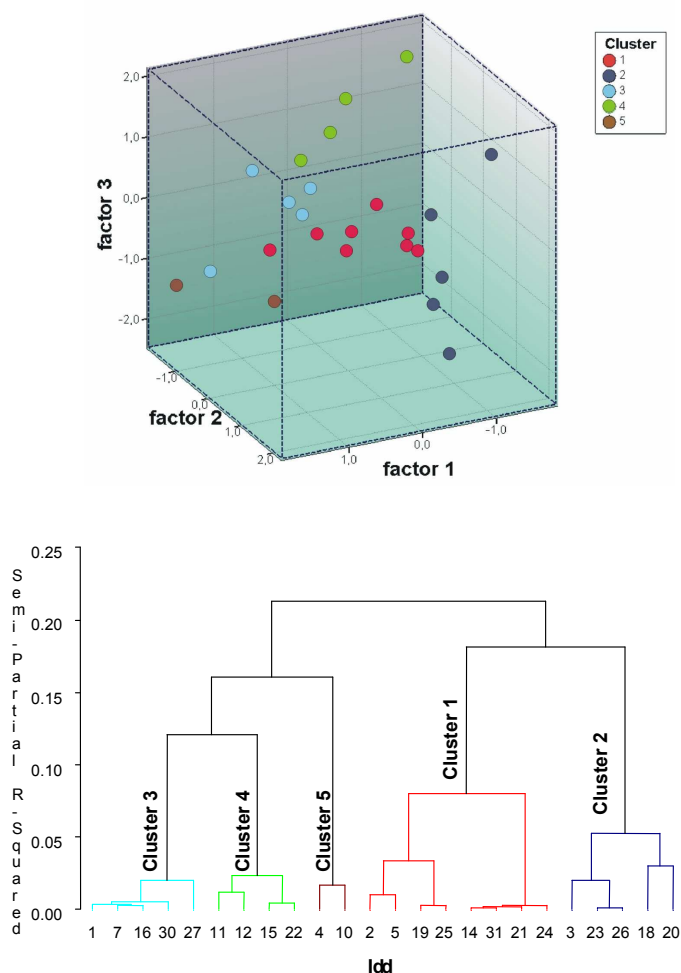


Figura 5. Superior: representación factorial de las poblaciones de *F. arundinacea*. Inferior: diagrama de la clasificación ascendente jerárquica.

REFERENCIAS

- F.A.O., 1995. Survey of existing data on ex situ collections of plant genetic resources for food and agriculture. CPGR 6/95/8 Annex of the Sixth Session of the FAO Commission on Plant Genetic Resources, 19-30 June 1995. Rome.
- F.A.O., 1996. The state of the world's plant genetic resources for food and agriculture. Background documentation prepared for the International Technical Conference on Plant Genetic Resources, Leipzig, Germany, 17-23 June, 1996. FAO. Rome.
- FRANKEL, O.H.; BROWN, A.H.D.; BURDON, J.J., 1995. The Conservation of cultivated plants. En: *The Conservation of Plant Biodiversity*, 79-117. Ed. Cambridge University Press, U.K.
- IRIONDO, J.M., 2001. Conservación de especies raras y amenazadas. (Revisión). *Investigación Agraria, Producción y Protección vegetales*, 16 (1), 5-24.
- KURLOVICH, B.S.; REPEV, S.I.; PETROVA, M.V.; BURAVTSEVA, T.V.; KARTUZOVA, L.T.;

- VOLUZNEVA, T.A., 2000. The significance of Vavilov's scientific expeditions and ideas for development and use of legume genetic resources. *Plant Genetic Resources Newsletter*, 124, 23-32.
- LINDNER, R.; GARCÍA, A., 1997. Geographic distribution and genetic resources of *Dactylis* in Galicia (Northwest Spain). *Genetic Resources and Crop Evolution*, 44, 479-487.
- LOPEZ, J.E.; OLIVEIRA, J.A., 2001. Comparación de procedimientos para elaborar colecciones nucleares en poblaciones españolas de raigrás inglés e italiano. *Pastos* (en prensa).
- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE, 1999. Estrategia Española Para la Conservación y el Uso Sostenible de la Diversidad Biológica. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid. 160 pp.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1972. Genetic vulnerability of major crops. National Academy of Sciences. NAS. Washington DC.
- OLIVEIRA, J.A., 1999. Collections of Forage Grasses in Northern Spain. *En: Report of a Working Group on Forages. Seventh Meeting*, 146-147. Co. L. Maggioni, P. Marum, N. Sackville, M. Hulden y E. Lipman. IPGRI, Roma (Italia).
- OLIVEIRA, J.A.; LINDNER, R.; BREGU, R.; GARCÍA, A.; GONZÁLEZ, A., 1997. Genetic diversity of westerworld ryegrass lanraces in Northwest Spain. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 44, 479-487.
- OLIVEIRA, J.A.; MAYOR, M.; GONZALEZ, E., 2001. Poas, agrostis y festucas finas. *Agricultura*, 828, 432-436.
- PIÑEIRO J., PÉREZ M., 1986. El interés agronómico de ecotipos españoles de plantas pratenses. *Pastos*, 44 (1), 103-118.
- RON, A.M.DE; SANTALLA, M.; BARCALA, N.; RODIÑO, A.P.; CASQUERO, P.A.; MENENDEZ, M.C., 1997. *Phaseolus spp.* at the Misión Biológica de Galicia, Spain. *Plant Genetics Resources Newsletter*, 112: 100.
- SHANNON, C.E.; WEAVER, V., 1963. *The Mathematical Theory of Communication*. University of Illinois Press. Urbana, (Estados Unidos).
- VAVILOV, N.I., 1949-50. The Origin, variation, immunity, and breeding of cultivated plants. *Chronica Botanica*, 13, 1-66.
- WALTER, K.S.; GILLET, H.J., 1998. 1997 IUCN Red List of Threatened Plants. Compiled by the World Conservation Monitoring Center. IUCN – The World Conservation Union, Gland, 862 pp.