

1

REVISIÓN CIENTÍFICA

LOS RECURSOS FITOGENÉTICOS DE ESPECIES PRATENSES EN GALICIA

J.E. LÓPEZ DÍAZ¹, J.A. OLIVEIRA PRENDES² Y E. GONZÁLEZ ARRÁEZ¹

¹CIAM (Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo) – INGACAL (Instituto Galego de Calidade Alimentaria). Xunta de Galicia. Apartado 10. E-15080 A Coruña (España). juliolopez@ciam.es.

²Dpto. Biología de Organismos y Sistemas. Escuela Politécnica de Mieres. Universidad de Oviedo. C/ Gonzalo Gutiérrez Quirós. E-33600 Asturias (España). oliveira@uniovi.es

RESUMEN

El noroeste peninsular acumula el 85% de la superficie total de España destinada a praderas (MARM, 2010). En los últimos 15 años la superficie destinada a praderas en España se incrementó en más de un 40%, pasando desde 191 500 a 287 500 ha. Por tanto, los trabajos de investigación, conservación y mejora de las especies pratenses son vitales para el desarrollo y sostenibilidad agrícola en esta zona de la España húmeda.

Desde hace más de 30 años se lleva acometiendo en el Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo (CIAM), una considerable labor de conservación y utilización de los recursos fitogenéticos de las especies pratenses de la España húmeda, con posible interés en usos agrícolas y medioambientales. Estos trabajos de recolección, multiplicación y caracterización, proporcionaron la base para la creación de algunas variedades comerciales con base genética autóctona que aún se siguen comercializando. Actualmente, se conservan en Galicia colecciones de semillas pertenecientes a los principales géneros de especies pratenses (más de 1300 muestras de *Lolium*, *Festuca*, *Poa*, *Dactylis*, *Agrostis*, *Trifolium*, *Lotus*, *Medicago*, etc.), que representan una magnífica muestra de la diversidad autóctona del noroeste Peninsular, y se consideran de un alto valor estratégico para la creación de variedades más adaptadas a las condiciones del norte de España. Las colecciones se mantienen en el CIAM, dependiente del Instituto Galego de Calidade Alimentaria (INGACAL), y en la Misión Biológica de Galicia (MBG), dependiente del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). También se conservan duplicados de la mayoría de las entradas en la Colección de Reserva del Centro de Recursos Fitogenéticos (CRF) del Instituto Nacional de Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA), y de algunos duplicados en el Banco de Germoplasma del Área de Producción Vegetal de la Universidad de Oviedo.

En este trabajo se resume la labor de recolección e investigación realizada en las últimas tres décadas acerca de los recursos fitogenéticos de especies pratenses en

Galicia, expuesta en más de medio centenar de trabajos realizados sobre este material conservado.

Palabras clave: Bancos de germoplasma, biodiversidad agrícola, semillas estratégicas.

LOS RECURSOS FITOGENÉTICOS

El año 2010 fue declarado Año Internacional de la Diversidad Biológica por la 61ª Sesión de la Asamblea General de las Naciones Unidas celebrado en 2006. Esta iniciativa fue emprendida como consecuencia de la alarmante pérdida de biodiversidad de las últimas décadas. La extinción de las especies siempre ha ocurrido como un fenómeno natural, pero el ritmo de desaparición nunca había sucedido tan rápidamente como ahora, debido a la actividad humana y al cambio climático. Al mismo tiempo la pérdida de la biodiversidad agrícola constituye una seria amenaza para la seguridad agroalimentaria. En los últimos años la comunidad científica internacional reconoció que la conservación de los recursos fitogenéticos era de crucial importancia para la sostenibilidad de los sistemas agrícolas, y numerosas instituciones y organismos iniciaron actividades de recolección, conservación y uso sostenible de estos recursos para evitar la pérdida de nuestra biodiversidad agrícola.

Los procesos de la evolución han originado una compleja pluralidad de formas de vida, que fueron adaptándose a las diferentes condiciones de su medio ambiente. Esta variabilidad genética acumulada se ha ido extendiendo y equilibrando en el planeta, y constituye nuestra actual diversidad biológica o “*biodiversidad*”, término acuñado por primera vez en 1986, durante el Foro Nacional sobre Biodiversidad de Washington. La biodiversidad que vemos hoy es el fruto de miles de millones de años de evolución, moldeada por procesos naturales y, cada vez más, por la influencia de los seres humanos.

En los últimos años también se ha acuñado el término “*biodiversidad agrícola*”, el cual tiene un amplio significado, ya que engloba todos los aspectos de la biodiversidad relativos a la alimentación y la agricultura, así como los demás componentes que constituyen un agro-ecosistema. Es decir, que comprende las variedades y la variabilidad de animales, plantas y microorganismos, que son necesarios para mantener la sostenibilidad de los sistemas agrícolas. Según el último informe de la FAO sobre el estado de los recursos fitogenéticos, desde el año 1900 se estima que a nivel mundial se ha perdido un 75% de ésta diversidad agrícola (FAO, 2010).

El término “*recursos fitogenéticos*” se entiende por los mejoradores de una forma más limitada, incluyendo únicamente los pocos cientos de especies con posible utilidad o cuya diversidad puede ser utilizada en mejora y domesticación. Dentro de este conjunto,

los recursos fitogenéticos comprenden elementos del mundo vegetal poseedores de un valor real, o potencial, para el presente o el futuro. Según Martín (2001), la pérdida de estos recursos supone un proceso irreversible y una grave amenaza para la seguridad alimentaria con posibles repercusiones a escala mundial.

Históricamente, la utilización de los recursos fitogenéticos fue esencial en la evolución de la agricultura desde un sistema de subsistencia hacia un sistema con elevados niveles de producción y de bajos costes al mismo tiempo. Sin embargo, hoy día este proceso está generando la extinción de muchas variedades autóctonas y de razas locales, al producirse un reemplazo de las variedades tradicionales por las variedades modernas. Paradójicamente, la agricultura moderna destruye la propia fuente de diversidad de la que proviene. Por estas razones, se inició a nivel mundial un importante movimiento conservacionista destinado a preservar la diversidad genética de los ecotipos silvestres.

La diversidad que contienen los recursos fitogenéticos es la base para adaptar los cultivos a ambientes diferentes y a los requerimientos de la agricultura moderna. Por eso, los esfuerzos de conservación y mejora pueden contribuir a hacer frente a algunos retos de sostenibilidad relacionados con la agricultura. Pero hasta las últimas décadas, no se había reconocido en los foros internacionales el valor intrínseco de tal diversidad biológica y de sus componentes, valores que comprenden aspectos ecológicos, genéticos, socio-económicos, científicos, culturales, recreativos y estéticos. Por tanto, se originó una preocupación internacional por la conservación de tales recursos como consecuencia de la degradación que estaban sufriendo por las actividades antrópicas y sus repercusiones en el medio ambiente.

En los últimos 200 años la homogeneización de los hábitos alimenticios y la simplificación de los sistemas agrícolas han reducido el número de cultivos y también la heterogeneidad de los mismos, tanto que, a finales de siglo XX se estimó que el 90% de la alimentación estaba basada, a nivel mundial, 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 actual, 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, los nuevos materiales vegetales suministrados por la agricultura moderna, destruyen la propia fuente de diversidad genética que utilizan los fitomejoradores (Martín, 2001), existiendo un mayor 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). Según Iriondo (2001) la principal causa de la erosión genética es la sustitución

de las variedades tradicionales por cultivares modernos, seguida de la degradación de los ecosistemas. En el origen de las sociedades agrarias siempre ha estado presente la utilización de una parte muy reducida de la biodiversidad del área, y, por otra parte, la adaptación del material genético a las condiciones de uso y al lugar de cultivo, proceso conocido como *domesticación* (Smith, 2001). La domesticación es un proceso contrario a la evolución, ya que implica pérdida de diversidad y un aumento de la vulnerabilidad genética, al mismo tiempo el uso continuado de estos genotipos implica que las especies silvestres relacionadas reciban constantemente un flujo de genes menos diverso, empobreciendo la riqueza genética de estas especies.

Hasta el momento, se han identificado alrededor de 1,75 millones de formas de vida. A pesar de los progresivos esfuerzos de conservación iniciados, el creciente deterioro de los espacios naturales ha ocasionado que a finales del siglo XX se encontraran amenazadas el 12,5% de las más de 250 000 especies vegetales conocidas (Walter y Gillett, 1998). Barreno *et al.* (1984) constataron que 1095 taxones de la flora vascular española estaban amenazados o extintos en España en la década de los 80. En el año 2000, según datos del Ministerio de Medio Ambiente (Ministerio de Medio Ambiente, 1999; VV.AA., 2000), de las casi 10 000 especies y subespecies inventariadas, un total de 1149 se consideraron amenazadas, más otras 265 que hubieron de dejarse dentro de la categoría DD (Datos Insuficientes). En 2008, se publicó la *Lista Roja de Especies Amenazadas* (Moreno, 2008) que ampliaba a 1221 el número de especies en peligro o de interés especial, siendo Galicia una de las comunidades autónomas con mayor número de espacios amenazados, junto con Canarias, Baleares y Andalucía.

Hasta bien entrado el siglo XX no se tuvo conciencia del estrechamiento que estaba sufriendo la base genética de las especies cultivadas, cuando se constató que el fenómeno de erosión genética había alcanzado dimensiones globales. Además, la mecanización promovió más el uso de variedades uniformes y de mayor rendimiento, abandonándose el cultivo de razas locales menos productivas o de difícil mecanización, pero poseedoras de una gran diversidad genética. El peligro que comenzaron a observar los científicos era que las poblaciones naturales, que presentaban una respuesta más plástica frente a adversidades ambientales o frente a los patógenos, estaban siendo desplazadas por cultivares mucho más uniformes, pero con menos capacidad de respuesta frente a adversidades del entorno; por lo tanto, existía un mayor riesgo al ser todas las plantas de una misma variedad semejantemente susceptibles ante condiciones desfavorables para el cultivo.

Fue a partir de los años 60, cuando la comunidad científica reconoció que todos los cultivos tradicionales y la flora silvestre constituían recursos fitogenéticos que debían preservarse, por lo que se iniciaron los esfuerzos de conservación para evitar, en la medida de lo posible, el proceso de *erosión genética*. Bajo el concepto de *recursos*

fitogenéticos se incluyen: i) las variedades de especies cultivadas (tanto tradicionales como comerciales), ii) especies silvestres o asilvestradas afines a las cultivadas y iii) materiales obtenidos en trabajos de mejora genética (Esquinas-Alcázar, 1993). Las modalidades de conservación iniciadas se centraron en dos líneas concretas: conservación *in situ*: espacios naturales gestionados y protegidos integralmente, y conservación *ex situ*: colecciones de plantas y bancos de germoplasma.

Las colecciones de germoplasma se han definido como colecciones de muestras de genotipos de especies domesticadas y de sus formas silvestres, que se mantienen en forma de semillas, de plantas o *in vitro*, y que sirven como material de partida a los mejoradores genéticos e investigadores. La evaluación, caracterización y conservación de los recursos genéticos es uno de los principales aspectos en la gestión de las colecciones de germoplasma (Bretting y Widrlechner, 1995; Clark *et al.*, 1997).

El primer registro existente en la historia sobre una recolección de recursos fitogenéticos data del año 1495 a.C. por la reina Hatshepsut de Egipto en el país de Punt (Musgrave *et al.*, 2000). Se organizó una expedición para recolectar, entre otros productos, especies del árbol de la mirra (*Commiphora sp* T. Nees) para la fabricación de incienso. Esta fascinación con la vida silvestre y las plantas raras y exóticas continuó durante siglos, cobrando un especial protagonismo entre los siglos XVI y XIX, con el descubrimiento de América y las expediciones imperiales de los siglos XVIII y XIX (Díez *et al.*, 2005).

En Europa, la primera colección sustancial de germoplasma de un cultivo fue llevada a cabo por Philippe de Vilmorin, en Verrières (Francia), hacia la segunda mitad del s. XIX. Tal colección consistía esencialmente en genotipos de trigo silvestres (Frankel *et al.*, 1995). Sin embargo, hasta la segunda década del s. XX, no se obtuvieron las primeras colecciones sistemáticamente recopiladas 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 1373 muestras, esencialmente formada por leguminosas. La colección iniciada por Vavilov contiene actualmente unas 43 000 entradas pertenecientes a 160 especies, que se conservan en el *Vavilov Institute of Plant Industry* de Rusia (Kurlovich *et al.*, 2000). A partir de estos trabajos, y para preservar la variabilidad genética de las poblaciones naturales, se inició por parte de diversas instituciones nacionales e internacionales, un importante movimiento conservacionista que pretendía concentrar la mayor parte de la diversidad posible de especies de interés en centros especiales de almacenamiento. Entre los años 1940 y 1950 se inicia en EE.UU. la creación de una serie de centros de conservación en Ames, Iowa, 1947; Geneva, Nueva York, 1948; Experiment, Georgia, 1949; y Pullman, Washington, 1949. Estos centros conservaban el material a temperatura

ambiente. Hasta 1958, no se inicia la conservación del material a bajas temperaturas (2 °C), a cargo del *National Seed Storage Laboratory* en Colorado, (EE.UU.) que conservaba colecciones de los principales cultivos americanos (Pita y Martínez, 2001).

En 1974 se crea el *International Board for Plant Genetic Resources* (IBPGR), posteriormente en 1991 denominado *Internacional Plant Genetic Resources Institute* (IPGRI) y actualmente desde 2001 es *Bioversity International*, al unirse el IPGRI e *International Network for the Improvement of Banana and Plantain* (INIBAP), cuya labor era coordinar una red internacional de conservación y mantenimiento de recursos fitogenéticos. Estas iniciativas derivaron 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 en especies de interés para el beneficio de la comunidad mundial. En 1994, y con motivo de promover una utilización más eficiente de los recursos genéticos en el sector agrícola, la Comisión Europea presentó al Parlamento Europeo un informe sobre la aplicación del programa relativo a la conservación, caracterización, recolección, multiplicación y utilización de los recursos genéticos en virtud del reglamento CE nº 1467/94 (Comisión Europea, 1999), aprobándose una declaración en la que se esgrimía la necesidad de conceder más recursos financieros a dicho programa. Desde los años 70, el número de muestras conservadas en colecciones de germoplasma en todo el mundo se ha multiplicado por diez. Según datos de la FAO (FAO, 1995) se calculó que existían almacenadas *ex situ* seis millones de entradas en cerca de 1300 colecciones de germoplasma, de las cuales el 91% se conservan en forma de semilla, el 8% se conservan *in vivo* en jardines botánicos y sólo un 1% se conservan *in vitro*. A principios de 2008 se anunció la construcción de la Bóveda Global de Semillas de Svalbard en el Círculo Polar Ártico. En la ceremonia inaugural, se depositaron 100 millones de semillas procedentes de un centenar de países de todo el mundo. El proyecto, impulsado por el Gobierno Noruego, el Fondo Mundial para la Diversidad de Cultivos y el Banco Genético Nórdico, permitió la creación de un depósito seguro de bancos de duplicados de semillas de los principales cultivos del mundo, asegurando su supervivencia frente a fenómenos como el cambio climático y catástrofes naturales (<http://www.croptrust.org>).

LOS RECURSOS FITOGENÉTICOS EN ESPAÑA

En 1979, en virtud del acuerdo de colaboración establecido entre el *Instituto Nacional de Tecnología Agraria y Alimentaria* (INIA) y el IPGRI, fue creado en España el primer banco de germoplasma nacional conservado en forma de semillas. Posteriormente en 1981, por Orden del *Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación* (MAPA) sobre

conservación y utilización del patrimonio genético vegetal nacional, el INIA asumió la coordinación de las actividades de gestión de recursos fitogenéticos en los centros de investigación agraria dependientes. Como consecuencia, se crearon diversas colecciones de germoplasma en las distintas comunidades autónomas. Con la rápida intensificación, a principios de los 80, de las actividades de recolección y conservación, fue necesario la construcción en 1986 de un nuevo banco de semillas con capacidad de almacenamiento para muestras de todo el material recolectado en los bancos a nivel autonómico, y la creación en 1993 de un organismo coordinador, el *Centro de Recursos Fitogenéticos del INIA* (CRF), el cual, a través del *Programa de Conservación y Utilización de Recursos Fitogenéticos* del MAPA (BOE de 7 de mayo de 1993), promueve y gestiona numerosas actividades de recolección (Ruiz *et al.*, 1997, 1999). El CRF actúa como centro de conservación de colecciones base de semillas y como centro de documentación de los recursos fitogenéticos de la red, realizando además las actividades correspondientes a la gestión del germoplasma depositado, sean colecciones base o activas, y aquellas de apoyo técnico y coordinación que le sean encomendadas. Este programa está dirigido fundamentalmente a la conservación *ex situ* de tales recursos y a evitar la pérdida de diversidad como consecuencia de los logros de la mejora vegetal y de la disminución de la superficie de los espacios naturales. La anterior Orden Ministerial se modificó mediante la Ley 30/2006, de 26 de julio, la cual tiene por objeto establecer el régimen jurídico aplicable a la producción destinada a la comercialización de las semillas y plantas de vivero, regular las condiciones de conservación y utilización de los recursos fitogenéticos y determinar el procedimiento de inscripción de las variedades comerciales en el correspondiente registro (BOE núm. 178, jueves 27 julio 2006). El CRF tiene almacenadas 42 285 muestras en la actualidad pertenecientes a 1155 especies, cuyos datos de pasaporte pueden ser libremente consultados a través de su página web (www.inia.es) y, también, a través de los portales internacionales de intercambio de información sobre bancos de germoplasma como EURISCO (<http://eurisco.ecpgr.org>) y GENESYS (<http://www.genesys-pgr.org>).

Actualmente, existen en España colecciones de germoplasma bastante representativas de la variabilidad autóctona de algunos cultivos, como es el caso de los cereales de grano y de algunas leguminosas. No obstante, algunas especies están poco representadas y sus poblaciones naturales corren un riesgo de erosión genética, como consecuencia de la expansión de la agricultura, el uso de variedades comerciales o de la disminución de los espacios naturales derivada de la urbanización otras actividades antrópicas. En otros casos, la gran variedad agrícola y climática existente en la península Ibérica, propicia la generación de una gran diversidad genética que hace necesario intensificar los esfuerzos de recolección para una mejor representación de los ecotipos silvestres existentes. Otras veces, el carácter minifundista de algunos territorios, como es el caso de Galicia, promueve la selección de razas locales con gran interés de conservación, ya que algunas

prácticas culturales concretas delimitan estructuras genéticas, sobre todo en especies hortícolas, que urge conservar. La importancia de su conservación radica en el hecho de que es muy difícil encontrarlas en la actualidad, ya que están siendo desplazadas por las variedades comerciales, debido sobre todo a lo laborioso que resulta la producción de semilla por parte de los agricultores (Oliveira, 1997).

LAS RECOLECCIONES DE RECURSOS FITOGENÉTICOS DE ESPECIES PRATENSES EN GALICIA

En los años 80 comenzaron en Galicia numerosos trabajos de recolección, conservación y caracterización de recursos fitogenéticos autóctonos por parte del CIAM y de la MBG. Inicialmente, el objetivo fue la obtención de variedades vegetales con base genética autóctona de especies pratenses para uso forrajero. Posteriormente, los esfuerzos se ampliaron a especies hortícolas, cereales, frutales, especies de interés ambiental y también para la obtención de productos interesantes en la industria vinícola. Actualmente también se están realizando prospecciones para la localización de posibles ecotipos autóctonos de lúpulo con interés en la industria cervecera. En lo relativo a especies pratenses, estos trabajos han dado como resultado la creación de variedades comerciales pratenses con origen genético gallego, como las variedades comerciales de raigrás inglés 'Brigantia' y 'Ciami', raigrás italiano 'Pomba', dactilo 'Artabro' y trébol violeta 'Maragato', ya comercializadas y que aún permanecen en la Lista Española de Variedades Comerciales (Piñeiro y Díaz, 2005). Con este material se han publicado numerosos trabajos científicos y se han finalizado tres tesis doctorales y una tesis máster.

Los primeros trabajos de recolección de ecotipos de gramíneas y otras especies pratenses comenzaron con Vivero (1979) y Piñeiro y Pérez (1986), los cuales tuvieron como finalidad principal el uso del material recogido para la creación de variedades. Los primeros intentos de convertir los ecotipos autóctonos en variedades comerciales se deben a Lindner (1973) y a Vivero (1976), que trabajaron con ecotipos gallegos de raigrás italiano y dactilo. Lindner (1976, 1988-89) estudió ecotipos de dactilo recogidos en Pontevedra y Orense. Posteriormente, los trabajos de Zulueta (1978) dieron lugar a la creación de la variedad experimental 'IFIE-1' de dactilo, seleccionada por el autor a partir de material recogido en Galicia (Piñeiro y Díaz, 2005). Ninguno de estos trabajos culminó con el registro de una variedad comercial, pero fueron estudios pioneros que sirvieron de base a investigaciones más profundas de las poblaciones autóctonas y para la obtención de variedades con base genética local.

Continuando con estos trabajos se realizó un muestreo exhaustivo de poblaciones de raigrases y festucas entre los años 1985 y 1990. Estas expediciones permitieron recoger y caracterizar agrónomicamente una serie de poblaciones de raigrases (*L. perenne* L., *L. multiflorum* Lam. y *L. rigidum* Gaud.) y de festuca alta (*F. arundinacea*) del

Norte de España (Oliveira y Charmet, 1988a, 1988b, 1990). Parte de este material fue evaluado por Oliveira (1992a, 1992b, 1997), Piñeiro y Pérez (1992), Oliveira y Castro (1993), Arbones y Oliveira (1993, 1995), Arbones (1994), Bregu y Oliveira (1994), Lindner *et al.* (1995, 1996, 1997), Castro y Oliveira (1996), Oliveira *et al.* (1996, 1997a, 1997b, 1998, 2000a, 2002a), Oliveira y López (1999), Oliveira y González (2000), López y Oliveira (2000a, 2000b, 2000c, 2000d, 2000e, 2001a, 2001b, 2002), Costal *et al.* (2003, 2004a, 2004b, 2005, 2006), y López (2010). Los estudios citados incluyeron evaluaciones en ensayos de campo (caracterización agronómica, selección y cruzamiento), técnicas de laboratorio (electroforesis de isoenzimas, NIRS) y análisis multivariantes para diferenciar grupos interesantes. Todos estos trabajos demostraron el gran valor agronómico de la colección de gramíneas del CIAM. Una síntesis de estos estudios se puede consultar en Oliveira (2006).

Sobre esta colección de raigrases y festucas también se efectuaron diversos estudios para conocer la incidencia de los hongos endofitos por parte de Oliveira y Castro (1994, 1997, 1998) y Oliveira *et al.* (1997c, 2000b, 2001a, 2002b, 2003, 2004), observándose una pérdida de viabilidad del mismo en los casos de semilla almacenada en envases no herméticos, por lo que se optó por conservar herméticamente las muestras del banco.

La colección se amplió durante los años 1999 y 2000 con nuevos muestreos de especies poco representadas en el banco del CIAM (Oliveira *et al.*, 2001b, Oliveira *et al.*, 2008), entre las que se encuentran géneros como *Agrostis* (*A. curtisii* Kerguélen, *A. duriaei* Boiss, *A. capillaris* L., *A. semiverticillata* Forsk y *A. stolonifera* L.), *Poa*, (*P. alpina* L., *P. pratensis* L., *P. nemoralis* L.) y festucas finas (*Festuca rubra* L. y *Festuca ovina* L.). Estas nuevas muestras ampliaron los objetivos del banco hacia otros usos no forrajeros, como son la utilización en céspedes de bajo mantenimiento o la recuperación de espacios degradados, publicándose varios trabajos científicos que sugerían un posible interés ambiental de estas especies (Oliveira *et al.*, 2005, 2006).

En 2005 se incrementó la colección con 700 ecotipos de *Dactylis* procedentes de la Misión Biológica de Galicia (MBG) por la imposibilidad de su conservación en este centro perteneciente al Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) (Ron *et al.*, 1991, 1997). Esta colección, proveniente de la MBG, es fruto de exhaustivas recolecciones de poblaciones naturales de dactilo realizadas por Lindner desde 1969 en el noroeste de la península Ibérica (Lindner y García, 1997; Lindner y Lema, 2003; Lindner *et al.*, 2004). En ella, están representadas la subespecie *glomerata*, tetraploide ($2n=4x=28$) que generalmente encontramos cultivada, la subespecie *izcoi*, endémica de Galicia y del norte de Portugal, que comprende citotipos diploides ($2n=2x=14$) que ocurren en áreas limitadas del interior de Galicia y tetraploides ($2n=4x=28$) que están presentes en todo tipo de hábitats, la subespecie *marina*, tetraploide ($2n=4x=28$), presente en los acantilados marinos y que se caracteriza por la presencia de papilas epidérmicas, y la subespecie *hispánica*, también tetraploide ($2n=4x=28$), que ocupa un amplio rango de situaciones ecológicas en zonas de sequía estival. Muchas de estas

poblaciones han sido caracterizadas morfológica y agronómicamente (Lindner *et al.*, 1999; Lindner y Lema, 2002, 2003).

Además de especies de gramíneas, también se conservan en Galicia algunas colecciones de leguminosas como el altramuza, del que se conservan 216 poblaciones silvestres pertenecientes a las especies *Lupinus angustifolius* L., *L. hispanicus* Boiss. & Reut. y *L. luteus* L. Ciento cuarenta de estas poblaciones han sido caracterizadas y evaluadas para caracteres morfológicos, fenológicos y agronómicos, demostrándose la aptitud de algunas de ellas en alimentación animal, tanto para la producción de grano como de forraje (Lema *et al.*, 2005; Lema y Lindner, 2010). Tales colecciones se conservan en la MBG.

Otras especies de leguminosas utilizadas en la siembra de praderas como el trébol blanco (*Trifolium repens* L.), el trébol violeta (*Trifolium pratense* Lam.) y el loto (*Lotus corniculatus* L.), se consideraron de interés debido a su escasa representación en el banco y también por la facultad que tienen estas especies de fijar el nitrógeno atmosférico. Por tanto, se realizaron diversas prospecciones en la cordillera Cantábrica con el fin de recolectar poblaciones naturales y evaluar su comportamiento frente a variedades comerciales. Los estudios se realizaron en plantas aisladas para caracteres agronómicos y cianogénicos (López *et al.*, 2009, 2010). Los resultados mostraron que muchas poblaciones tenían un mejor comportamiento agronómico que las variedades comerciales con las que se compararon, pero no se había probado la capacidad de estas poblaciones para utilización en siembra de praderas o en mezcla con otras especies como el raigrás inglés, por lo que López *et al.* (2011) realizaron un estudio agronómico simulando estas condiciones y los resultados mostraron que algunas poblaciones producían mayores rendimientos que las variedades comerciales, hecho muy notable sobre todo en el caso del trébol violeta, en cuyo ensayo todas las poblaciones superaron ampliamente los rendimientos de la variedad comercial comparada.

En definitiva, hoy en día se conserva en el CIAM una colección de ecotipos de más de 1300 entradas de las principales especies pratenses (Tabla 1), siendo el único banco que conserva actualmente una colección de referencia de las zonas húmedas de España en tales especies. La importancia de este banco para las zonas húmedas españolas radica en que las muestras han sido recolectadas mayoritariamente en el noroeste peninsular, tal y como se puede observar en la Tabla 2. La Figura 1 muestra gráficamente la distribución de muestras en Galicia.

Este material se mantiene con la expectativa de crear nuevas variedades bien adaptadas a las condiciones del norte de España y contribuir al cumplimiento de la Política Agraria Comunitaria (PAC) mediante el suministro de material vegetal para la creación de nuevas variedades.

TABLA 1

Número de accesiones y número de especies pratenses por género almacenadas en el banco de germoplasma del CIAM. Se resaltan aquellos géneros que han sido evaluados.

Number of accessions and number of meadow species by genus stored at the CIAM gene bank. Highlighted are those genera that have been evaluated.

Género	Num. Especies	Num. accesiones	Evaluidas
<i>Agropyron</i>	1	1	-
<i>Agrostis</i>	11	86	63
<i>Anthoxanthum</i>	2	2	-
<i>Arrhenatherum</i>	1	2	-
<i>Avena</i>	3	4	-
<i>Avenula</i>	1	1	-
<i>Brachypodium</i>	1	2	-
<i>Briza</i>	1	1	-
<i>Bromus</i>	1	1	-
<i>Cynodon</i>	1	1	-
<i>Cynosurus</i>	3	3	-
<i>Dactylis</i>	2	740	89
<i>Deschampsia</i>	1	1	-
<i>Digitaria</i>	1	2	-
<i>Echinocloa</i>	1	1	-
<i>Elymus</i>	1	1	-
<i>Festuca</i>	11	110	59
<i>Helictotrichon</i>	1	3	-
<i>Holcus</i>	3	3	-
<i>Hordeum</i>	2	3	-
<i>Koeleria</i>	2	3	-
<i>Lolium</i>	5	305	155
<i>Lophochloa</i>	1	1	-
<i>Lotus</i>	2	2	2
<i>Lupinus</i>	1	1	-
<i>Micropyrum</i>	1	1	-
<i>Piptatherum</i>	1	1	-
<i>Poa</i>	6	39	6
<i>Polypogon</i>	1	1	-
<i>Pseudarrhenatherum</i>	1	1	-
<i>Setaria</i>	1	1	-
<i>Trifolium</i>	4	35	25
<i>Trisetum</i>	1	1	-
<i>Vicia</i>	1	1	-
<i>Vulpia</i>	1	1	-
Total géneros	Total especies	Total muestras	Total evaluadas
35	78	1362	399

TABLA 2

Distribución mayoritaria de las accesiones según su origen.*Distribution of accessions according to their origin.*

Origen	Num. muestras	% sobre el total
A Coruña	286	21%
Lugo	274	20%
Asturias	240	17%
Orense	173	13%
Pontevedra	185	13%
Otras	211	16%

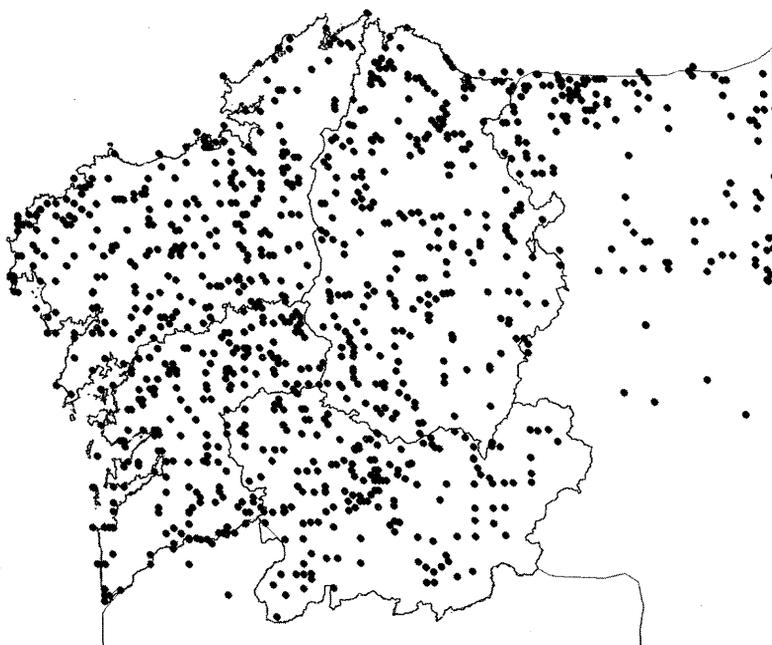


FIGURA 1

Distribución en el noroeste peninsular de las muestras de especies pratenses del banco de germoplasma del CIAM.

Distribution in Northwest Spain of the meadow species accessions stored at the CIAM gene bank.

TRABAJOS REALIZADOS PARA LA CONSERVACIÓN EFECTIVA DE LA DIVERSIDAD GENÉTICA

Creación de colecciones nucleares

El mantenimiento y la gestión de un elevado número de muestras es precisamente la limitación práctica más frecuente en la mayoría de las colecciones. La multiplicación es uno de los procesos más delicados en el mantenimiento de las muestras en los bancos de germoplasma, ya que según observaron Breese y Tyler (1981) se puede producir pérdida de diversidad debido a los procesos implicados en la multiplicación. Por tanto, se hizo un esfuerzo en la investigación de metodologías orientadas tanto de la renovación de la diversidad genética (multiplicación, recolección y limpieza) como a la eliminación de redundancias para asegurar una gestión adecuada en el suministro y mantenimiento de germoplasma interesante para programas de mejora. La redundancia en la diversidad almacenada en las colecciones de germoplasma es un factor limitante a tener en cuenta. Cubero Salmerón *et al.* (2006) elaboraron un estudio sobre la diversidad duplicada existente en las colecciones actuales almacenadas en el mundo, concluyendo que la duplicación superaba el 50% para la mayoría de los cultivos importantes a escala mundial. Para evitar este problema algunos autores ya habían propuesto el concepto de “colección nuclear” o “core collection” (Frankel, 1984; Brown, 1989a, 1989b) que consiste en una fracción manejable de muestras, seleccionadas por conservar la mayor diversidad posible del conjunto y evitar redundancias.

Con estas premisas, se supuso que en el banco del CIAM era posible la existencia de material genético duplicado, así que siguiendo las recomendaciones de la FAO se decidió crear colecciones nucleares de las principales especies pratenses cultivadas en Galicia. Primeramente se realizó una comparación entre diversas estrategias utilizadas en las especies de gramíneas más ampliamente representadas en el banco (raigrases y festucas). López y Oliveira (2000a, 2001b) realizaron una comparación de técnicas utilizadas habitualmente en la creación de colecciones nucleares: se utilizaron 74 accesiones de *Lolium perenne*, 42 de *Lolium multiflorum* y 24 de *Festuca arundinacea* para comparar diversas técnicas de selección al azar, técnicas multivariantes e índices de diversidad. Con los resultados obtenidos en tal comparación se seleccionó un método multivariante para la creación de una colección nuclear en cada especie siguiendo la metodología propuesta por Noirot *et al.* (1996) y Hamon *et al.* (1998), con el objetivo de renovar la máxima diversidad posible de las muestras almacenadas y teniendo en cuenta la capacidad del CIAM para la multiplicación de material. Finalmente se aplicó dicha técnica para cada especie y se seleccionaron un total de 28 accesiones para conformar la colección nuclear del complejo *Festuca-Lolium* (16 de *L. perenne*, siete de *L. multiflorum* y cinco de *F. arundinacea*). La multiplicación de estas accesiones se realizó

en 2008 y 2009, obteniéndose en total unos 17 kg de semilla durante los dos años de multiplicación. Se estima que esta colección nuclear conserva el 92% de la diversidad genética sobre la colección total de raigrases y festucas.

La colección de dactilo, ampliamente representada en el banco, también fue objeto de estudio para la creación de colecciones nucleares. Lindner y Fortes (2005) eligieron un método multivariante de clasificación ascendente jerárquica para establecer una colección núcleo representativa de la variabilidad de esta especie con las muestras estudiadas en el norte y noroeste de España. Tomando una serie de accesiones caracterizadas que constituían aproximadamente el 10% de la colección total, seleccionaron nueve poblaciones teniendo en cuenta caracteres morfológicos y características geográficas. Se eligieron tres poblaciones tetraploides *izcoi*, una diploide *izcoi*, una de la subespecie *marina*, una *glomerata*, dos de la subespecie *hispanica* y una costera *marina x glomerata*, que contenían en total el 84% de la variabilidad existente sobre la colección total.

Creación de poblaciones experimentales

Las poblaciones experimentales, creadas por cruce en panmixia de poblaciones individuales, se han planteado como una alternativa de conservación de la diversidad genética, frente a otras estrategias como la creación de colecciones nucleares o la multiplicación individual. La mayor parte de las accesiones conservadas en el banco del CIAM corresponden a especies alógamas con polinización anemófila, sobre las cuales no hay mucha información sobre el modo en que se ve afectado la conservación de las frecuencias alélicas y de los caracteres agromorfológicos durante el proceso de multiplicación. Balfourier *et al.* (1994) estudiaron, en poblaciones de gramíneas, como afectaba el método de creación de poblaciones experimentales a la conservación de las frecuencias alélicas y genotípicas a partir de poblaciones naturales, utilizando isoenzimas, observando que se conservaban tanto los alelos comunes como los raros, pero no realizaron ningún estudio agronómico. Johnson (1998) utilizó la electroforesis de isoenzimas para estudiar la estructura genética de poblaciones de raigrás italiano multiplicadas de diferentes maneras, observando la pérdida de algún alelo raro, pero tampoco había evaluado agronómicamente la conservación de los caracteres agromorfológicos.

Por tanto, se iniciaron en el CIAM estudios encaminados a comprobar si esta técnica era adecuada para la renovación de la diversidad genética de algunas accesiones del banco. Se escogieron cinco poblaciones de dos clases agronómicas de raigrás italiano que habían sido seleccionadas mediante métodos multivariantes en una caracterización agromorfológica realizada por Oliveira *et al.* (1997b). Para el estudio se utilizaron marcadores isoenzimáticos y caracteres agromorfológicos durante dos

años. Las comparaciones se realizaron entre las poblaciones originales, las multiplicadas individualmente, y las dos poblaciones experimentales creadas. Los resultados mostraron que las poblaciones experimentales mantenían las frecuencias alélicas; no obstante, se observó la pérdida de algún alelo raro. Los caracteres agromorfológicos, en general, se conservaron, excepto algunos en aquellas poblaciones de floración temprana, probablemente debido a que la barrera de aislamiento no estaba suficientemente formada. No se observó la pérdida de ningún alelo común (frecuencias alélicas mayores del 5%). Los componentes claves de la diversidad, la heterocigosidad y el número medio de alelos por *locus* se mantuvieron después de un ciclo de multiplicación, por lo que esta metodología podría ser considerada como alternativa a los métodos de multiplicación individual (López y Oliveira, 2000c).

Centralización, coordinación y transferencia de la información existente

Según Painting *et al.* (1993), un banco de germoplasma necesita un suministro constante de información exacta y actualizada para funcionar con eficiencia. La gran cantidad de datos de pasaporte y caracterización almacenada en el banco durante los últimos años está siendo objeto de una profunda revisión y, actualmente, se están centralizando los datos existentes en formatos accesibles a los investigadores a través de las nuevas tecnologías y herramientas como los SIG (sistemas de información geográfica) y bases de datos accesibles on-line para proporcionar una mayor eficacia en el uso de la información disponible.

CONCLUSIONES

Las investigaciones sobre la conservación eficiente de la de la biodiversidad, implican una gran labor de recolección, multiplicación y suministro de los recursos fitogenéticos. Involucran todos los aspectos necesarios para mantener el valor económico, estético, cultural o ambiental de una región o país. La conservación de especies silvestres “*ex situ*”, es una estrategia fundamental para mantener el germoplasma autóctono aislado de los procesos evolutivos, catástrofes naturales, plagas, etc., y con costos de mantenimiento relativamente bajos. Las investigaciones en conservación y uso de los recursos fitogenéticos implican a menudo resultados a medio o largo plazo; sin embargo, sus beneficios para la humanidad son fundamentales, tanto para las generaciones presentes como para las futuras.

La diversidad genética de los cultivos y la biodiversidad en sentido amplio, no son sólo importantes para satisfacer las demandas actuales, sino que son también indispensables para las necesidades futuras en la mejora de las plantas cultivadas, en la biotecnología, en la medicina e industria, así como una posible respuesta a un cambio climático global.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su agradecimiento a Shauna Garry (Dept. Filología, Universidade de A Coruña), por la supervisión del texto en inglés.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARBONES, E., 1994. *Estudio de la diversidad genética en poblaciones naturales del género Lolium del Norte de España*. Tesis doctoral. Escuela Politécnica Superior de Lugo. Universidad de Santiago de Compostela, 160 pp. Lugo (España).
- ARBONES, E.; OLIVEIRA, J.A., 1993. Variabilidad agronómica de poblaciones naturales de raigrás italiano del norte de España. *Actas de la XXXIII Reunión Científica de la SEEP*, 61-69.
- ARBONES, E.; OLIVEIRA, J.A., 1995. Relaciones entre características agronómicas y factores ecogeográficos en poblaciones naturales de raigrás inglés del Norte de España. *Investigación Agraria, Producción y Protección Vegetales*, **10** (3), 325-340.
- BALFOURIER, F.; CHARMET, G.; GRAND-RAVEL, C., 1994. Conservation of allelic multiplicity and genotypic frequency by pooling wild populations of perennial ryegrass. *Heredity*, **73**, 386-396.
- BARRENO, E.; BRAMWELL, D.; CABEZUDO, B.; CARDONA, M.A.; COSTA, M.; FERNÁNDEZ CASAS, F.J.; FERNÁNDEZ-GALIANO, E.; FERNÁNDEZ PRIETO, J.A.; GÓMEZ CAMPO, C.; HERNÁNDEZ BERMEJO, E.; HEYWOOD, V.H.; IZCO, J.; LLORENS, L.; MOLERO MESA, J.; MONTSERRAT RECODER, P.; RIVAS-MARTÍNEZ, S.; SÁENZ LAÍN, C.; SANTOS GUERRA, A.; VALDÉS CASTRILLÓN, B.; WILDPRET DE LA TORRE, W., 1984. Listado de plantas endémicas, raras o amenazadas de España. *Información Ambiental*, **3**, 1-24.
- BREESE, E.L.; TYLER, B.F., 1981. Regeneration of germplasm collections of forage grasses and legumes. En: *Seed regeneration in cross-pollinated species*, 45-67. Eds. A. PORCEDDU *et al.* CRC Press. Rotterdam (Holanda).
- BREGU, R.; OLIVEIRA, J.A., 1994. Evaluación de la variabilidad morfológica en estado plántula de poblaciones del país de raigrás italiano. *Actas de la XXXIV Reunión Científica de la SEEP*, 223-228.
- BRETTING, P.K.; WIDRLECHNER, M.P., 1995. Genetic markers and plant genetic resources management. *Plant Breed. Rev.*, **31**, 11-86.
- BROWN, A.H.D., 1989a. Core collections: a practical approach to genetic resources management. *Genome*, **31**, 818-824.
- BROWN, A.H.D., 1989b. The case for core collection. En: *The Use Of Plant Genetic Resources*, 135-136. Eds. A.H.D. BROWN *et al.* Cambridge University Press. Cambridge (Reino Unido).
- CASTRO, P.; OLIVEIRA, J.A., 1996. Breeding for quality: analysis of perennial ryegrass by NIRS. En: *Proceedings of the 16th European Grassland Federation Meeting: Grassland and land use systems*, 41-42. Eds. G. PARENTE *et al.* Grado (Italia).
- CLARK, R.L.; SHANDS, H.L.; BRETTING, P.K.; EBERHART, S.A., 1997. Germplasm regeneration: developments in population genetics and their implications. Managing large diverse germplasm collections. *Crop Sci.*, **37** (1), 1-6.
- COMISIÓN EUROPEA, 1999. *La situación de la agricultura en la Unión Europea. Informe 1998*. Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas, 535 pp. Bruselas (Bélgica).

- COSTAL, L.; GONZALEZ, E.; OLIVEIRA, J.A., 2004a. Caracterización agronómica de gramíneas pratenses de la Cordillera Cantábrica en Galicia. En: *Pastos y Ganadería Extensiva*, 497-501. Eds. B. GARCÍA et al. SEEP. Salamanca (España).
- COSTAL, L.; GONZÁLEZ E.; OLIVEIRA, J.A., 2004b. Análisis multivariante de la variabilidad agronómica de especies cespitosas en Galicia. En: *Pastos y Ganadería Extensiva*, 511-516. Eds. B. GARCÍA et al. SEEP. Salamanca (España).
- COSTAL, L.; GONZÁLEZ, E.; OLIVEIRA, J.A., 2005. Resultados medios de la caracterización agronómica de gramíneas pratenses de la Cordillera Cantábrica. En: *Producciones agroganaderas. Gestión eficiente y conservación del medio natural (Volumen II)*, 473-480. Eds. B. ROZA et al. SEEP. Gijón (España).
- COSTAL, L.; GONZALEZ, E.; OLIVEIRA, J.A., 2006. Characterisation of Cantabrian (Northwest Spain) tall fescue wild populations. *Grassland science in Europe*, 170-172.
- COSTAL, L.; GONZALEZ, E.; OLIVEIRA, J.A.; LOPEZ DIAZ J.E., 2003. Caracterización agronómica de especies cespitosas en Galicia. En: *Pastos, desarrollo y conservación, XLIII Reunión científica de la SEEP*, 47-53. Eds. SEEP Y CONSEJERÍA DE AGRICULTURA Y PESCA. JUNTA DE ANDALUCÍA. Sevilla (España).
- CUBERO SALMERÓN, J.I.; NADAL MOYANO, S.; MORENO YANGÜELA, M.T., 2006. Las Colecciones Actuales. En: *Recursos Fitogenéticos*, 143-154. Ed. MINISTERIO DE AGRICULTURA PESCA Y ALIMENTACIÓN. Madrid (España).
- DÍEZ, M.J.; CEBOLLA-CORNEJO, J.; NUEZ, F., 2005. El papel de los bancos de germoplasma en la conservación de la biodiversidad. En: *Agroecología y Agricultura Ecológica. Actas de la I Jornada sobre agroecología y ecodesarrollo de la región de Murcia*, 75-78. Coord. J.M. EGEEA. Murcia (España).
- F.A.O., 1995. *Survey of existing data on ex situ collections of plant genetic resources for food and agriculture*. En: *report of the commission on plant genetic resources, CPGR 6/95/8 Annex of the Sixth Session of the FAO Commission on Plant Genetic Resources*. FAO. Roma (Italia).
- 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*. FAO. Roma (Italia).
- F.A.O., 2010. *Second Report on the State of the World's Plant Genetic Resources for Food and Agriculture*. FAO. 396 pp. Roma (Italia).
- ESQUINAS-ALCÁZAR, J.T., 1993. La diversidad genética como material básico para el desarrollo agrícola. En: *La Agricultura del Siglo XX*, 3-19. Coords. J.I. CUBERO, M.T. MORENO. Mundiprensa. Madrid (España).
- FRANKEL, O.H., 1984. Genetic perspectives in germplasm conservation. En: *Genetic Manipulation: Impact on Man and Society*, 161-170. Eds. W. ARBER et al. Cambridge University Press. Cambridge (Reino Unido).
- FRANKEL, O.H.; BROWN, A.H.D.; BURDON, J.J., 1995. The Conservation of cultivated plants. En: *The Conservation of Plant Biodiversity*, 79-117. Eds. O.H. FRANKEL et al. Cambridge University Press. Cambridge (Reino Unido).
- HAMON, S.; DISSERT, S.; DEU, M.; HAMON, P.; SEGUIN, M.; GLASZMANN, J.C.; GRIVET, L.; CHANTEREAU, J.; CHEVALLIER, M.H.; FLORI, A.; LASHERMES, P.; LEGNATE, H.; NOIROT, M., 1998. Effects of quantitative and qualitative principal component score strategies on the structure of coffee, rubber tree, rice and sorghum core collections. *Genetics, Selection, Evolution*, 30 (suppl.1), 237-258.
- IRIONDO, J.M., 2001. Conservación de especies raras y amenazadas. (Revisión). *Investigación Agraria, Producción y Protección vegetales*, 16 (1), 5-24.

- JOHNSON, R.C., 1998. Genetic structure of regeneration populations of annual ryegrass. *Crop Science*, **38**, 851-857.
- 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.
- LEMA, M.; LINDNER, R., 2010. Potential of wild yellow lupin from Northwestern Spain. *Crop Science*, **50**, 1357-1365.
- LEMA, M.; SANTALLA, M.; RODIÑO, A.P.; DE RON, A.M., 2005. Field performance of natural narrow-leaved lupin from the northwestern Spain. *Euphytica*, **144**, 341-351.
- LINDNER, R., 1973. Estudio de selección y productividad en poblaciones de raygrass italiano (*Lolium multiflorum* Lam.). *Pastos*, **3**, 209-316.
- LINDNER, R., 1976. Influencia del sol y de la sombra sobre el crecimiento y desarrollo en poblaciones de *Dactylis glomerata* L. *Pastos*, **6(2)**, 376-383.
- LINDNER, R., 1988-89. Estudio comparativo entre dos citotipos del género *Dactylis* (Gramineae). *Pastos*, **XVIII-XIX**, 147-157.
- LINDNER, R.; FORTES, R., 2005. Colección núcleo del género *Dactylis* en el Norte y Noroeste de España. En: *Producciones agroganaderas. Gestión eficiente y conservación del medio natural (Volumen II)*, 481-488. Eds. B. ROZA *et al.* Sociedad Española para el Estudio de los Pastos (SEEP). Gijón (España).
- LINDNER, R.; GARCÍA, A., 1997. Geographic distribution and genetic resources of *Dactylis* in Galicia (northwest Spain). *Genetic Resources and Crop Evolution*, **44**, 449-507.
- LINDNER, R.; GARCIA, J.A.; OLIVEIRA, J.A., 1996. Evaluación de la variedad isoenzimática en razas locales de raigrás italiano del noroeste peninsular. *Actas XXXVI Reunión Científica de la SEEP*, 153-157.
- LINDNER, R.; LEMA, M., 2002. Caracterización del género *Dactylis* en la Cordillera Cantábrica. *Actas de la XLII Reunión Científica de la SEEP*, 85-90.
- LINDNER, R.; LEMA, M., 2003. Caracterización de poblaciones naturales del género *Dactylis* de Galicia. En: *Pastos, desarrollo y conservación. XLIII Reunión Científica de la SEEP*, 609-614. Eds. R. REINÉ *et al.* SEEP. Granada (España).
- LINDNER, R.; LEMA, M.; GARCÍA, A., 1999. Ecotypic differences and performance of cocksfoots (*Dactylis glomerata* L.) genetic resources. *Grass and Forage Science*, **54**, 336-346.
- LINDNER, R.; LEMA, M.; GARCÍA, A., 2004. Extended genetic resources of *Dactylis glomerata* subsp. *izzoi* in Galicia (northwest Spain). *Genetic Resources and Crop Evolution*, **51**, 437-442.
- LINDNER, R.; OLIVEIRA, J.A.; BREGU, R.; GARCIA, A.; GONZALEZ, A., 1995. Caracterización agronómica de razas locales de raigrás italiano del noroeste peninsular. *Actas de la XXXV Reunión Científica de la SEEP*, 203-208.
- LINDNER, R.; OLIVEIRA, J.A.; GARCIA DE IZAGUIRRE, A., 1997. Breeding early italian ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) for rotation with maize in northwest Spain. *Pastos*, **XXVII(I)**, 65-74.
- LÓPEZ, J.E., 2010. *Estudio de los recursos fitogenéticos del complejo Festuca – Lolium. Tesis doctoral. Serie Verde. Edición digital.* Universidad de Santiago de Compostela, 160 pp. Santiago de Compostela (España).
- LÓPEZ DÍAZ, J.E., GONZÁLEZ ARRÁEZ, E., OLIVEIRA PRENDES, J.A., 2009. Variabilidad cianogénica y agronómica en poblaciones naturales de trébol blanco recolectadas en la Cordillera Cantábrica. En: *La multifuncionalidad de los pastos: producción ganadera sostenible y gestión de los ecosistemas*, 177-183. Eds. R. REINÉ *et al.* SEEP. Huesca (España).

- LÓPEZ, J.E.; GONZÁLEZ, E.; OLIVEIRA, J.A.; VÁZQUEZ, O.P., 2010. Caracterización agronómica y cianogénica de poblaciones naturales de trébol blanco y trébol violeta recolectadas en la cordillera cantábrica. III Congreso de Agroecología y Agricultura Ecológica en Galicia. 24-26 junio 2010. (En prensa).
- LÓPEZ, J.E.; OLIVEIRA, J.A., 2000a. Comparación de procedimientos para elaborar colecciones núcleo en accesiones españolas de raigrás inglés e italiano. *Pastos*, **XXX(1)**, 71-102.
- LÓPEZ, J.E.; OLIVEIRA, J.A., 2000b. Caracterización de poblaciones naturales de festuca alta del norte de España desprovistas de hongos endófitos. *Actas de la III Reunión Ibérica de Pastos y Forrajes*, 193-198.
- LÓPEZ, J.E.; OLIVEIRA, J.A., 2000c. Evaluación agronómica de accesiones de raigrás inglés e italiano de la Península Ibérica desprovistas de hongos endófitos. *Actas de la III Reunión Ibérica de Pastos y Forrajes*, 199-204.
- LÓPEZ, J.E.; OLIVEIRA, J.A., 2000d. Conservación de recursos fitogenéticos de raigrás italiano mediante la creación de Pools. En: *Actas del I Seminario de Mejora Genética Vegetal*, 43-46. Eds. RON, A, SANTALLA, M. Universidad de Santiago de Compostela, Sociedad Española de Genética. Lugo (España).
- LÓPEZ, J.E.; OLIVEIRA, J.A., 2000e. Recursos genéticos: variabilidad en poblaciones españolas de *Festuca arundinacea* schreb. En: *Actas II Congreso de la Sociedad Española de Genética*, 380. Ed. DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE A CORUÑA. A Coruña (España).
- LÓPEZ, J.E.; OLIVEIRA, J.A., 2001a. Colección de raigrases del Centro de Investigaciones de Mabegondo. *Xovenes Agricultores*, **198**, 75-80.
- LÓPEZ, J.E.; OLIVEIRA, J.A., 2001b. Comparación de procedimientos para elaborar una colección núcleo en accesiones de raigrás inglés. En: *Biodiversidad en Pastos. XLI Reunión Científica de la S.E.E.P. I Foro Iberoamericano de Pastos*, 189-192. Ed. CIBIO. Alicante (España).
- LÓPEZ, J.E.; OLIVEIRA, J.A., 2002. Germoplasma de gramíneas pratenses. *Agricultura*, **837**, 224-227.
- LÓPEZ, J.E.; OLIVEIRA, J.A.; GONZÁLEZ, E., 2011. Estudio de producción de biomasa en poblaciones de trébol blanco y violeta de la Cordillera Cantábrica. En: *Pastos, paisajes culturales entre tradición y nuevos paradigmas del siglo XXI. 50ª Reunión Científica de la SEEP*. SEEP. Toledo (España). En prensa.
- MARM, 2010. MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO. *Anuario de Estadística Agraria*. Subdirección General de Estadística. 1149 pp. Madrid (España).
- MARTÍN, I, 2001. Conservación de recursos fitogenéticos. *Hojas Divulgadoras INIA*, **2114 HD**, 1-20.
- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE, 1999. *Estrategia Española Para la Conservación y el Uso Sostenible de la Diversidad Biológica*. Ministerio de Medio Ambiente, 160 pp. Madrid (España).
- MORENO, J.C., 2008. *Lista Roja 2008 de la flora vascular española*. Dirección General de Medio Natural y Política Forestal, Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino, Sociedad Española de Biología de la Conservación de Plantas. 86 pp. Madrid (España).
- MUSGRAVE, T.; GARDNER, C.; MUSGRAVE, W., 2000. *The plant hunters – two hundred years of adventure and discovery around the world*. The Orion Publishing Group, 224 pp. Londres (Reino Unido).
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1972. *Genetic vulnerability of major crops*. National Academy of Sciences, NAS, 307 pp. Washington DC (EE.UU.).
- NOIROT, M.; HAMON, S.; ANTHONY, F., 1996. The principal component scoring: a new method of constituting a core collection using quantitative data. *Genetic Resources and Crop Evolution*, **43**, 1-6.

- OLIVEIRA, J.A., 1992a. Breeding two base populations of perennial ryegrass. *Euphytica*, **63**, 257-263.
- OLIVEIRA, J.A., 1992b. Mejora de una población sintética de raigrás inglés por selección recurrente bilocal. *Actas XXXII Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos*, 98-102.
- OLIVEIRA, J.A., 1997. Una colección de recursos fitogenéticos en Mabegondo. *Agricultura*, **778**, 374-376.
- OLIVEIRA, J.A., 2006. *Conservación y utilización de recursos fitogenéticos de gramíneas pratenses*. Compañía Española de Reprografía y Servicios S.A. 166 pp. Madrid (España).
- OLIVEIRA, J.A.; BALFOURIER, F.; CHARMET, G.; ARBONES, E., 1997a. Isozyme polymorphism in a collection of Spanish and French perennial ryegrass populations. *Agronomie*, **17**, 335-342.
- OLIVEIRA, J.A.; BUGHRARA, S.; MAYOR, M.; AFIF, E., 2006. Agromorphological diversity in North Spanish *Agrostis capillaris*. En: *Sustainable grassland productivity: Proceedings of the 21st General Meeting of the European Grassland Federation*, 131-136. Eds. J. LLOVERAS et al. EGF. Badajoz (España).
- OLIVEIRA, J.A.; CASTRO, P., 1993. Estabilidad Genotipo-Ambiente del valor nutritivo y la producción de materia seca de 41 genotipos de raigrás inglés. *Pastos*, **XXIII(II)**, 83-97.
- OLIVEIRA, J.A.; CASTRO, P., 1994. Variability and selection of genotypes of perennial ryegrass for nutritive value using NIRS. En: *Breeding for Quality. Proceedings of the 19th EUCARPIA Fodder Crops Section Meeting 5-8 October 1994*, 153-154. Eds. D. REHEUL, A. GHESQUIERE. Ghent University. Brugge (Bélgica).
- 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.
- OLIVEIRA, J.A.; CASTRO, V., 1998. Incidence of *Neotyphodium* endophytes in Spanish perennial ryegrass (*Lolium perenne*) accessions. *Plant Genetic Resources Newsletter*, **113**, 1-3.
- OLIVEIRA, J.A.; CASTRO, P.; COLLAR, J.; GONZÁLEZ, E., 2001a. Resultados preliminares del efecto de los hongos endofitos en la producción de materia seca y calidad nutritiva del raigrás inglés en Galicia. En: *Biodiversidad en Pastos. XLI Reunión Científica de la S.E.E.P. I Foro Iberoamericano de Pastos*, 569- 573. Ed. CIBIO. SEEP. Alicante (España).
- OLIVEIRA, J.A.; CHARMET, G., 1988a. Characterization of wild perennial ryegrass populations from Galicia (Spain). *Pastos*, **18-19 (1-2)**, 51-68.
- OLIVEIRA, J.A.; CHARMET, G., 1988b. Polimorfismo isoenzimático de seis poblaciones naturales de raigrás inglés de Galicia. *Pastos*, **18-19 (1-2)**, 69-85.
- OLIVEIRA, J.A.; CHARMET, G., 1990. Relaciones entre la variabilidad agronómica y las variables ecológicas en poblaciones naturales de raigrás inglés de Galicia. *Actas de la XXX Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos. Ponencias y comunicaciones*, 280-285.
- OLIVEIRA, J.A.; COLLAR, J.; GONZÁLEZ, A.; CASTRO, J.; CASTRO, P.; LINDNER, R.; GARCÍA, A., 2000a. Utilización de germoplasma autóctono para crear variedades de raigrás inglés e italiano adaptadas al Norte de España. En: *Resumen del Informe Final del Proyecto N° SC94-045 del Ministerio de Ciencia y Tecnología, II*, 41-46. Ed. INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN Y TECNOLOGÍA AGRARIA Y ALIMENTARIA. INIA. Madrid (España).
- OLIVEIRA, J.A.; COLLAR, J.; GONZÁLEZ, E.; LÓPEZ, M.; ARBONES, E., 1996. Mejora genética de poblaciones naturales de raigrás inglés y evaluación de la sensibilidad varietal a enfermedades pratenses. En: *Resumen del Informe Final del Proyecto N° 91.21 del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, III*, 67-74. Ed. INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN Y TECNOLOGÍA AGRARIA Y ALIMENTARIA. INIA. Madrid (España).
- OLIVEIRA, J.A.; COSTAL, L.; GONZÁLEZ, E., 2008. Multiplicación de accesiones de festucas finas: fecha de espigado y producción de semilla en Mabegondo (A Coruña). En: *Pastos, clave en la gestión de*

- los territorios: Integrando disciplinas*, 71-76. Ed. P. FERNÁNDEZ. Junta de Andalucía. Córdoba (España).
- OLIVEIRA, J.A.; GONZÁLEZ, A., 2000. Recursos fitogenéticos de raigrás inglés europeos: valor agronómico en condiciones de bajo mantenimiento. *Investigación Agraria: Producción y Protección Vegetales*, **15** (1-2), 67-78.
- OLIVEIRA, J.A.; GONZALEZ, A.; CASTRO, P.; COSTAL, L., 2002a. Producción de materia seca y calidad nutritiva de dos genotipos de raigrás inglés infectados con una cepa de hongo endofito en el tercer año de ensayo en Galicia. *Actas de la XLII Reunión Científica de la SEEP*, 321-325.
- OLIVEIRA, J.A.; GONZALEZ, A.; CASTRO, P.; COSTAL, L., 2004. Short Communication. Effects of endophyte infection on dry matter yield, persistence and nutritive value of perennial ryegrass in Galicia (north-west Spain). *Spanish Journal of Agricultural Research*, **2**(4), 558-563.
- OLIVEIRA, J.A.; GONZALEZ, E.; COSTAL, L.; CASTRO, P., 2003. Persistencia, producción de materia seca y calidad nutritiva del raigrás inglés infectado con una cepa de hongo endofito en el cuarto año de ensayo en Galicia. En: *Pastos, desarrollo y conservación*, 75-80. Ed. SEEP, CONSEJERÍA DE AGRICULTURA Y PESCA. JUNTA DE ANDALUCÍA. Sevilla (España).
- OLIVEIRA, J.A.; LEMA, M.; GARCIA, A.; LINDNER, R.; CASTRO, P., 1998. Comportamiento agronómico de variedades experimentales de raigrás westerwold en Galicia. *Actas de la XXXVIII Reunión Científica de la SEEP*, 137-140.
- OLIVEIRA, J.A.; LINDNER, R.; BREGU, R.; GARCÍA, A.; GONZÁLEZ, A., 1997b. Genetic diversity of westerworld ryegrass lanraces in Northwest Spain. *Genetic Resources and Crop Evolution*, **44**, 479-487.
- OLIVEIRA, J.A.; LOPEZ, J.E., 1999. Caracterización isoenzimática de poblaciones españolas de raigrás anual (*Lolium Rigidum* Gaud). *Actas de la XXXIX Reunión Científica de la SEEP*, 263-268.
- OLIVEIRA, J.A.; MAYOR, M.; GONZÁLEZ, E., 2001b. Poas, agrostis y festucas finas. *Agricultura*, **828**, 432-436.
- OLIVEIRA, J.A.; MAYOR, M.; AFIF, E.; LINDNER, R., 2005. Caracterización agromorfológica de accesiones del género *Agrostis*. Primer año de ensayo. En: *Producciones agroganaderas. Gestión eficiente y conservación del medio natural (Vol. II)*, 465-469. Eds. B. ROZA et al. SEEP. Gijón (España).
- OLIVEIRA, J.A.; ROTTINGHAUS, G.E.; COLLAR, J.; CASTRO, P., 1997c. Perennial ryegrass endophytes in Galicia, Northwest Spain. *Journal of Agricultural Science*, **129**, 173-177.
- OLIVEIRA, J.A.; ROTTINGHAUS, G.E.; GONZÁLEZ, E., 2003. Ergovaline concentration in perennial ryegrass infected with a lolitrem B-free fungal endophyte in north-west Spain. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, **46**, 117-122.
- OLIVEIRA, J.A.; ROTTINGHAUS, G.E.; PREGO, C., 2000b. Endophytic fungi and alkaloid production in grass seeds in northern Spain. En: *Book of Abstracts of the Grassland Conference 2000 and 4th International Neotyphodium/Grass Interactions Symposium*, 130. Ed. UNIVERSITY OF PADERBORN. Soest (Alemania).
- OLIVEIRA, J.A.; ROTTINGHAUS, G. E.; PREGO, C.; GONZALEZ, C., 2002b. Contenido en alcaloides en semillas de poblaciones naturales de raigrás inglés del Norte de España infectadas con los hongos endofitos *Neotyphodium*. *Investigación Agraria. Producción y Protección Vegetales*, **17** (2), 247-254.
- PAINTING, K.; PERRY, M.; DENNING, R.; AYAD, W., 1993. *Guía para la Documentación de Recursos Genéticos*. IBPGR. 309 p. Roma (Italia).
- PIÑEIRO, J.; DÍAZ, N., 2005. La producción forrajera en la España húmeda. En: *Producciones agroganaderas. Gestión eficiente y conservación del medio natural (Vol. II)*, 425-436. Eds. B. ROZA et al. SEEP. Gijón (España).

- PIÑEIRO J.; PÉREZ M., 1986. El interés agronómico de ecotipos españoles de plantas pratenses. *Pastos*, **44** (1), 103-118.
- PIÑEIRO, J.; PÉREZ, M., 1992. Mezclas pratenses para la España Húmeda. *Hojas Divulgadoras*, **8/92**, 47.
- PITA, J.M.; MARTÍNEZ, J.B., 2001. Bancos de Semillas. *Hojas Divulgadoras*, **2109HD**, 1-20.
- RON, A.M.; LINDNER, R.; MALVAR, R.A.; ORDÁS, A., 1991. Germplasm collecting and characterization in the North of the Iberian Peninsula. *Plant Genetics Resources Newsletter*, **87**, 17-19.
- RON, A.M.; 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.
- RUIZ, A.M.; PELUZZO, A.; PASCUAL, H.; VARELA, F., 1997. Collecting germplasm in the Cáceres Administrative Province in Spain. *Plant Genetic Resources Newsletter*, **112**, 101-104.
- RUIZ, M.; PELUZZO, A.; PASCUAL, H.; VARELA, F., 1999. Collecting germplasm in Spain by the CRF-INIA during 1986-96. *Plant Genetic Resources Newsletter*, **118**, 53-55.
- SMITH, B.D. 2001. Documenting plant domestication: The consilience of biological and archaeological approaches. *PNAS*, **98** (4), 1324-1326.
- VAVILOV, N.I., 1949-50. The Origin, variation, immunity, and breeding of cultivated plants. *Chronica Botanica*, **13**, 1-66.
- VIVERO, J.L., 1976. Mejora genética del ray-grass italiano (*Lolium multiflorum* Lam.) para crecimiento invernal. *Pastos*, **6** (I), 127-134.
- VIVERO, J.L., 1979. Iniciación a la mejora genética de raigrás italiano (*Lolium multiflorum* Lam.) para crecimiento invernal. *Anales INIA. Serie Producción Vegetal*, **10**, 23-37.
- VV.AA., 2000. Lista Roja de Flora Vasculare Española (valoración según categorías UICN). *Conservación Vegetal*, **6** (extra), 11-38.
- 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, 862 pp. Cambridge (Reino Unido).
- ZULUETA, J., 1978. Cultivares de gramíneas para pastizales en montes de diferente ecología del Noroeste de España. *Pastos*, **VIII(II)**, 37-68.

MEADOW SPECIES GENETIC RESOURCES IN GALICIA (NW SPAIN)

SUMMARY

About 85% of the total area devoted to lays in Spain (MARM., 2010) is located in Galicia (NW Spain). The main use of the most relevant meadow species is for sowing lays. In the last 15 years the surface devoted to lays in Spain has increased by more than 40%, from 191 500 to 287 500 hectares. Therefore, conservation and breeding works on these meadow species are crucial for the development and sustainability of the local agriculture in northwestern Spain.

For more than 30 years, the Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo (CIAM) (Agrarian Research Center of Mabegondo) has undertaken a considerable work on the conservation and use of the phylogenetic resources of the main common crops in the Spanish humid zones with possible interest for agricultural and environmental uses. Collecting, multiplication and characterization works have provided the base for the creation of several commercial varieties with a native genetic base which are still being commercialized nowadays. More than 1300 accessions of, mainly, *Lolium*, *Festuca*, *Poa*, *Dactylis*, *Agrostis*, *Trifolium*, *Lotus* and *Medicago* are stored in Galicia. They are a magnificent sample of the Galician native diversity and are considered to be of a high strategic value for the creation of varieties adapted to northern Spain specific conditions. These collections are currently stored at CIAM, of INGACAL (Galician Institute of Food Quality), and at Misión Biológica de Galicia (MBG) of Consejo Superior de Investigaciones Científicas (Spanish National Research Council). Duplicates of the majority of the accessions are also stored at the Centro de Recursos Fitogenéticos (CRF), of the Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA) (National Institute of Agrarian and Food Technology) and also some duplicates are stored at the Germplasm Bank of the Crop Production Area of the University of Oviedo (North Spain).

Collecting and research work on meadow species undertaking in Galicia is summarized in this paper, based on more than 60 published papers on the accessions stored at the CIAM gene bank.

Key words: Phylogenetic resources, agricultural biodiversity, strategic seeds.