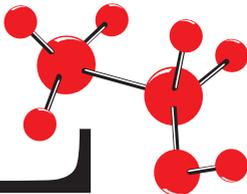


Nº 10  
Octubre  
2010  
DL.: PO-524-99

MOL 

SOCIEDAD de CIENCIAS de GALICIA

Seminario Sobre  
Biodiversidad Vegetal  
en el Sistema Agroforestal  
Atlántico





Seminario Sobre  
Biodiversidad  
en el Vegetal  
Sistema  
Agroforestal  
Atlántico

(AGROFOR)

Acción Complementaria AC2010-00026.

Financiada por el Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA), en el marco del Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica (I+D+i) y por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER).

Edita: SOCIEDAD de CIENCIAS de GALICIA, Pontevedra, España.

Coodinador: Gonzálo Puerto Arribas.

<http://scg.cesga.es>.

Diseño, Maquetación e impresión: Idea Gráfica. Pontevedra, España.

D.L.: PO-524-99

ISSN: 1133-3669

# ÍNDICE

- 7 **EDITORIAL**
- 9 **SEMINARIO SOBRE BIODIVERSIDAD VEGETAL EN EL SISTEMA AGROFORESTAL ATLÁNTICO (AGROFOR)**
- 11 **ORGANIZACIÓN**
- 13 **PROGRAMA**
- 17 **PONENCIAS**
- 19 LA BIODIVERSIDAD A ESCALA GLOBAL: EL TRATADO INTERNACIONAL DE RECURSOS FITOGENÉTICOS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN  
De Ron, A. M.<sup>1</sup>; De La Cuadra, C.<sup>2</sup>  
<sup>1</sup> Misión Biológica de Galicia, CSIC. Pontevedra  
<sup>2</sup> Centro Nacional de Recursos Fitogenéticos (CRF), INIA. Alcalá de Henares, Madrid.
- 30 LOS RECURSOS FITOGENÉTICOS  
De la Rosa, L.  
Centro Nacional de Recursos Fitogenéticos (CRF), INIA. Alcalá de Henares, Madrid.
- 39 2010, AÑO INTERNACIONAL DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA  
Martínez Fernández, A. M.  
IES Sánchez Cantón. Pontevedra .
- 41 BIODIVERSIDAD DE CULTIVOS EN LA ZONA ATLÁNTICA  
Ordás, Amando  
Misión Biológica de Galicia (CSIC). Pontevedra
- 46 VALORIZACIÓN DEL EMPLEO DE VARIEDADES AUTÓCTONAS EN RIESGO DE EROSIÓN GENÉTICA EN EL MARCO DEL PROGRAMA DE DESARROLLO RURAL DE GALICIA.  
Iglesias, C.  
Servicio de Formación Agroforestal. Consellería de Medio Rural. Xunta de Galicia. Santiago de Compostela.
- 49 DIVERSIDAD FORESTAL EN LA ZONA ATLÁNTICA  
Silva Pando, F. J.<sup>1,2</sup>  
<sup>1</sup> Centro de Investigación Forestal de Lourizán. D.X. Montes Consellería de Medio Rural. Xunta de Galicia. Pontevedra  
<sup>2</sup> Departamento de Producción Vegetal. E.P.S. Universidad de Santiago de Compostela. Lugo
- 51 PAPEL DE LOS COMPUESTOS FENÓLICOS EN LA CARACTERIZACIÓN DE LAS VARIEDADES DE VID (*Vitis vinifera* L.) CULTIVADAS EN GALICIA.  
Masa, A.; Zamuz, S.  
Misión Biológica de Galiza, CSIC. Pontevedra.
- 53 BIODIVERSIDAD AROMÁTICA DE LAS VARIEDADES DE VID CULTIVADAS EN GALICIA  
Vilanova de la Torre, M.  
Misión Biológica de Galicia, CSIC. Pontevedra.
- 57 LA DENOMINACIÓN DE ORIGEN RIAS BAIXAS  
Vilariño Paxaro, F.  
Consejo Regulador D.O. "Rías Baixas". Pontevedra
- 65 CAMELIA, LA FLOR DE GALICIA: SU DIVERSIDAD  
Salinero Corral, M. C.  
Estación Fitopatológica do Areiro. Pontevedra
- 69 **COMUNICACIONES**
- 71 APLICACIÓN DEL ANÁLISIS PROTEÓMICO DE SEMILLA DE *Phaseolus vulgaris* PARA EL ESTUDIO DE LA DIVERSIDAD ENTRE ACERVOS GENÉTICOS  
De La Fuente, M.<sup>1</sup>; Borrajo, A.<sup>2</sup>; López, M.<sup>2</sup>; Bermúdez, J.<sup>2</sup>; Santalla, M.<sup>1</sup>; De Ron, A. M.<sup>1</sup>; Zapata, C.<sup>2</sup>; Álvarez, G.<sup>2</sup>  
<sup>1</sup> Misión Biológica de Galicia, CSIC. Pontevedra  
<sup>2</sup> Departamento de Genética. Universidad de Santiago de Compostela. Santiago de Compostela
- 74 BIODIVERSIDAD EN GENCIANA (*Gentiana lutea*, L.) EN LA MONTAÑA OCCIDENTAL DE LEÓN  
González, O.<sup>1</sup>; Varela, F.<sup>2</sup>; Cases, A.<sup>2</sup>; Casquero P.A.<sup>1</sup>  
<sup>1</sup> Departamento de Ingeniería y Ciencias Agrarias, Universidad de León. León  
<sup>2</sup> Laboratorio de Plantas Aromáticas y Medicinales. Departamento de Medioambiente INIA. Madrid.
- 76 HISTORIA DEL CULTIVO DE LAS PAPAS ANTIGUAS DE CANARIAS  
Ríos Mesa, D.J.  
Centro de Conservación de la Biodiversidad Agrícola de Tenerife. Servicio Técnico de Agricultura y Desarrollo Rural. Cabildo Insular de Tenerife. Tacoronte, Santa Cruz de Tenerife

- 79 COMENTARIOS Y APORTACIONES A LA FLORA DE GALICIA  
Pino, R.<sup>1</sup>; Pino, J. J.<sup>1</sup>; Silva-Pando, F. J.<sup>1,2</sup>  
<sup>1</sup> Centro de Investigación Forestal de Lourizán. D.X. Montes Consellería de Medio Rural. Xunta de Galicia. Pontevedra  
<sup>2</sup> Departamento de Producción Vegetal. E.P.S. Universidad de Santiago de Compostela. Lugo
- 81 DIVERSIDAD FLORÍSTICA Y VARIABILIDAD DE LOS HORIZONTES EDÁFICOS SUPERFICIALES EN ROBLEDALES ATLÁNTICOS GALLEGOS  
Silva-Pando, F. J.<sup>1,2</sup>; Alonso, M.<sup>1</sup>; Rozados, M. J.<sup>1</sup>; Quinteiro, F. I.<sup>1</sup>  
<sup>1</sup> Centro de Investigación Forestal de Lourizán. D.X. Montes Consellería de Medio Rural. Xunta de Galicia. Pontevedra  
<sup>2</sup> Departamento de Producción Vegetal. E.P.S. Universidad de Santiago de Compostela. Lugo
- 83 ADAPTACIÓN DE ESPECIES FORESTALES INTRODUCIDAS A CLIMAS LOCALES TOMANDO COMO EJEMPLO EL PINO RADIATA EN GALICIA  
Codesido, V.<sup>1</sup>; Fernández-López, J.<sup>2</sup>  
<sup>1</sup> Departamento de Fisiología Vegetal, Instituto de Investigaciones Agrobiológicas de Galicia, CSIC. Santiago de Compostela  
<sup>2</sup> Centro de Investigación Forestal de Lourizán. Pontevedra
- 85 CONSERVACIÓN A LARGO PLAZO DE GERMOPLASMA DE FAGÁCEAS MEDIANTE CRIOPRESERVACIÓN DE EMBRIONES SOMÁTICOS  
Valladares, S.; Martínez, M. T.; San-José, M. C.; Corredoira, E.; Vieitez, A. M.  
Instituto de Investigaciones Agrobiológicas de Galicia, CSIC. Santiago de Compostela
- 87 DIFERENCIACIÓN DE EJEMPLARES ANTIGUOS DE *Camellia japonica* MEDIANTE ANÁLISIS MORFOLÓGICO Y MOLECULAR  
Vela, P.<sup>1</sup>; Salinero, C.<sup>1</sup>; Cousejo, J. L.<sup>1</sup>; Sainz, M. J.<sup>2</sup>  
<sup>1</sup> Estación Fitopatológica do Areiro. Pontevedra  
<sup>2</sup> Departamento de Producción Vegetal, Universidad de Santiago de Compostela. Lugo
- 89 VARIBILIDAD MORFÓLOGICA DE DIVERSAS POBLACIONES GALLEGAS DE *Betula celtiberica* ROTHM. & VASC.  
Silva Pando, F. J.<sup>1,2</sup>; Rozados Lorenzo, M. J.<sup>1</sup>; Fernández López, J.<sup>1</sup>; Barreiro Filgueira, P.<sup>1</sup>  
<sup>1</sup> Centro de Investigación Forestal de Lourizán. D.X. Montes Consellería de Medio Rural. Xunta de Galicia. Pontevedra  
<sup>2</sup> Departamento de Producción Vegetal. E.P.S. Universidad de Santiago de Compostela. Lugo
- 91 **POSTERS**
- 93 LOS ANTOCIANOS COMO MARCADORES DE LA BIODIVERSIDAD EN CULTIVARES DE VID (*Vitis vinifera* L) CULTIVADOS EN GALICIA  
Zamuz, S.<sup>1</sup>; Graña, M.J.<sup>2</sup>; Lorenzo, A.<sup>1</sup>; Magán, M.<sup>1</sup>; Vilanova, M.<sup>1</sup>; Masa, A.<sup>1</sup>  
<sup>1</sup> Misión Biolóxica de Galicia (CSIC). Pontevedra  
<sup>2</sup> EVEE de Ribadumia (Xunta de Galicia). Ribadumia, Pontevedra
- 95 COMPOSICIÓN ESTILBÉNICA DE MOSTOS DE LA VARIEDAD ALBARIÑO (*Vitis vinifera* L).  
Zamuz, S.; Magán, M.; Vilanova, M.; Masa, A. Misión Biolóxica de Galicia, CSIC. Pontevedra
- 97 LOS FLAVONOLES COMO MARCADORES DE LA BIODIVERSIDAD EN CULTIVARES BLANCOS DE VID (*Vitis vinifera* L) CULTIVADOS EN GALICIA.  
Zamuz, S.<sup>1</sup>; Lorenzo, A.<sup>1</sup>; Graña, M.J.<sup>2</sup>; Magán, M.<sup>1</sup>; Vilanova, M.<sup>1</sup>; Masa, A.<sup>1</sup>  
<sup>1</sup> Misión Biolóxica de Galicia, CSIC. Pontevedra  
<sup>2</sup> EVEE de Ribadumia (Xunta de Galicia). Ribadumia, Pontevedra
- 99 LA VARIEDAD ALBARIÑO EN EL VALLE DEL SALNÉS (D.O. RÍAS BAIXAS)  
Otero-Mazoy, I.<sup>1</sup>; Canosa, P. <sup>1</sup>; Rodríguez-Vega, I.<sup>1</sup>; Oliveira, J.M.<sup>2</sup>; Masa, A.<sup>1</sup>; Vilanova, M.<sup>1</sup>  
<sup>1</sup> Misión Biológica de Galicia, CSIC. Pontevedra, España  
<sup>2</sup> IBB-Institute for Biotechnology and Bioengineering, Centre of Biological Engineering, Universidade do Minho. Braga, Portugal
- 101 LA COMPOSICIÓN TERPÉNICA DE LA VARIEDAD GODELLO EN LA D.O. VALDEORRAS  
Canosa, P.<sup>1</sup>; Otero-Mazoy, I.<sup>1</sup>; Rodríguez-Vega, I.<sup>1</sup>; Oliveira, J. M.<sup>2</sup>; Masa, A.<sup>1</sup>; Vilanova M. <sup>1</sup>  
<sup>1</sup> Misión Biológica de Galicia, CSIC. Pontevedra, España  
<sup>2</sup> IBB-Institute for Biotechnology and Bioengineering, Centre of Biological Engineering, Universidade do Minho. Braga, Portugal
- 103 MADURACION DE LA UVA MENCIA EN AMANDI Y CHANTADA (D.O. RIBEIRA SACRA) DURANTE LAS COSECHAS 2009 Y 2010  
Rodríguez-Vega, I.<sup>1</sup>; Otero-Mazoy, I.<sup>2</sup>; Canosa, P.<sup>2</sup>; Queijeiro, J. M. <sup>1</sup>; Masa, A.<sup>2</sup>; Vilanova, M.<sup>2</sup>  
<sup>1</sup> Facultad de Ciencias. Universidad de Vigo. Ourense  
<sup>2</sup> Misión Biológica de Galicia-CSIC. Pontevedra

- 107 MICROPROPAGACIÓN DEL ALISO COMÚN PARA LA CONSERVACIÓN DE SU GERMOPLASMA  
San José, M. C.<sup>1</sup>; Vieitez, A. M.<sup>1</sup>; Janeiro, L. V.<sup>2</sup>; Corredoira, E.<sup>1</sup>  
<sup>1</sup> Departamento de Fisiología Vegetal, CSIC. Santiago de Compostela  
<sup>2</sup> INLUDES. Diputación Provincial de Lugo. Lugo
- 109 CONSERVACIÓN DE GERMOPLASMA EN ESPECIES LEÑOSAS CON TÉCNICAS DE CULTIVO IN VITRO Y ALMACENAMIENTO EN FRÍO  
Corredoira, E.<sup>1</sup>; San José, M. C.<sup>1</sup>; Martínez, T.<sup>1</sup>; Valladares, S.<sup>1</sup>; Couselo, J. L.<sup>2</sup>; Janeiro, L.<sup>3</sup>; Vieitez, A. M.<sup>1</sup>; Ballester, A.<sup>1</sup>  
<sup>1</sup> Instituto de Investigaciones Agrobiológicas de Galicia, CSIC. Santiago de Compostela  
<sup>2</sup> Estación Fitopatológica do Areiro. Pontevedra  
<sup>3</sup> INLUDES, Diputación Provincial de Lugo. Lugo
- 111 CRIOCONSERVACIÓN DE ESPECIES FORESTALES ATLÁNTICAS: DESARROLLO DE BANCOS DE GERMOPLASMA DE CASTAÑO Y ALCORNOQUE  
Vidal, N.<sup>1</sup>; Cuenca, B.<sup>2</sup>; Fernández, M.R.<sup>2</sup>; Ocaña, L.<sup>3</sup>; Jorquera, L.<sup>1</sup>; Sánchez, C.<sup>1</sup>; Vieitez, A.<sup>1</sup>; Ballester, A.<sup>1</sup>  
<sup>1</sup> Instituto de Investigaciones Agrobiológicas de Galicia, CSIC. Santiago de Compostela  
<sup>2</sup> TRAGSA. Departamento de Mejora Agroforestal. Maceda, Ourense  
<sup>3</sup> TRAGSA. Departamento de Mejora Agroforestal. Madrid
- 113 APROXIMACIONES "-ÓMICAS" AL ESTUDIO DE VARIABILIDAD Y RESPUESTA A ESTRESSES EN ENCINA  
Valero Galván, J.<sup>1</sup>; Echevarría Zomeño, S.<sup>1</sup>; Navarro Cerrillo, R.M.<sup>2</sup>; Romero, C.<sup>1</sup>; Maldonado, A.M.<sup>1</sup>; Abril, N.; Rivera Molinillo, T.; Jorrín Novo J.V.<sup>1</sup>  
<sup>1</sup> Bioquímica y Proteómica Vegetal y Agrícola, Depto. de Bioquímica y Biología Molecular, Universidad de Córdoba. Córdoba  
<sup>2</sup> Grupo de Investigación de Conservación Forestal, Universidad de Córdoba. Córdoba
- 115 APROVECHAMIENTO TRADICIONAL DE LA FLORA VASCULAR Y FÚNGICA ASOCIADA A LOS HAYEDOS GALLEGOS  
Rodríguez Guitián, M. A.; Romero Franco, R.; Rigueiro Rodríguez, A.  
Departamento de Producción Vexetal. Escola Politécnica Superior. Universidade de Santiago de Compostela. Lugo
- 117 REINFFORCE: UN PROYECTO DEL ARCO ATLÁNTICO PARA LA EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE LOS BOSQUES ATLÁNTICOS  
Silva-Pando, F. J.<sup>1,2</sup>  
<sup>1</sup> Centro de Investigación Forestal de Lourizán. D.X. Montes Consellería de Medio Rural. Xunta de Galicia. Pontevedra  
<sup>2</sup> Departamento de Producción Vegetal. E.P.S. Universidad de Santiago de Compostela. Lugo
- 119 DIVERSIDAD DEL MATERIAL VEGETAL DE *Actinidia deliciosa* EN PLANTACIONES COMERCIALES DE GALICIA  
Salinero, C.<sup>1</sup>; Vela, P.<sup>1</sup>; Couselo, J.L.<sup>1</sup>; Sainz, M.J.<sup>2</sup>  
<sup>1</sup> Estación Fitopatológica do Areiro. Pontevedra  
<sup>2</sup> Departamento de Producción Vegetal, Universidad de Santiago de Compostela. Lugo
- 121 MAPEO DE PEROXIDASAS (*Prxs*) EN ACCESIONES DE CEBADA (*Hordeum vulgare*) MEDIANTE LA TÉCNICA NBS-PROFILING  
González, A.M.<sup>1</sup>; Marcel, T.C.<sup>2</sup>; Stam, P.<sup>2</sup>; van der Linden, C.G.<sup>3</sup>; Niks, R.E.<sup>3</sup>  
<sup>1</sup> Misión Biológica de Galicia, CSIC. Pontevedra, España  
<sup>2</sup> UMR1290, INRA-AgroParisTech. Paris, Francia  
<sup>3</sup> Laboratory of Plant Breeding, Wageningen University and Research Center. Wageningen, Holanda
- 122 POTENCIAL FOR RAJERO DE VARIEDADES LOCALES DE MAÍZ Y RELACIÓN ENTRE CARACTERES AGRONÓMICOS, DE RENDIMIENTO Y DE VALOR NUTRITIVO  
Campo Ramírez, L.; Moreno-González, J.  
Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo (CIAM). Instituto Galego de Calidade Alimentaria (INGACAL). A Coruña.
- 124 BIODIVERSIDAD Y TOLERANCIA A ESTRÉS HÍDRICO EN JUDÍA COMÚN (*Phaseolus vulgaris*): DIVERSAS ESTRATEGIAS  
Riveiro, M.<sup>1</sup>; De Ron, A.M.<sup>2</sup>; Rodiño, A. P.<sup>2</sup>  
<sup>1</sup> Estación Experimental Agrícola do Baixo Miño, INGACAL. Pontevedra.  
<sup>2</sup> Misión Biológica de Galicia, CSIC. Pontevedra.

126 CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA  
PRELIMINAR DE CULTIVARES  
LOCALES DE CALABAZAS DE  
CANARIAS

Afonso Morales, D.; González González, I.; Ríos  
Mesa, D. Centro de Conservación de la  
Biodiversidad Agrícola de Tenerife. Servicio  
Técnico de Desarrollo Rural. Cabildo Insular de  
Tenerife. Tacoronte, Santa Cruz de Tenerife

129 PROSPECCIÓN DE LA  
BIODIVERSIDAD VEGETAL COMO  
FUENTE DE NUEVOS  
BIOHERBICIDAS

Puig, C. G.; Álvarez-Iglesias, L.; Reigosa, M. J.;  
Pedrol, N.  
Departamento de Biología Vexetal e Ciencia do  
Solo, Facultade de Bioloxía, Universidade de Vigo.  
Vigo

131 **NORMAS PARA AUTORES**

## EDITORIAL

---

Transcurridos ya nueve años desde la publicación del último número de MOL (Nº 9), y tras la renovación de la Junta de Gobierno de la Sociedad de Ciencias de Galicia, hemos tomado la decisión de retomar nuestras actividades. Y de qué mejor forma que con un Seminario científico y un nuevo número de nuestra revista.

Un Seminario, porque en este Año Internacional de la Diversidad Biológica, creemos que es la mejor forma de reunirnos a exponer nuestros conocimientos y nuestro deseo de trabajar juntos e intercambiar experiencias e ideas en el campo agroforestal. De ahí que este encuentro, que celebramos los días 27 y 28 de octubre, se denomine “Seminario sobre Biodiversidad Vegetal en el sistema agroforestal atlántico (AGROFOR)”

Un nuevo número de nuestra revista MOL, porque consideramos imprescindible poner de nuevo en marcha el mejor medio que tenemos para plasmar esas ideas e experiencias en un ámbito común.

Naturalmente, la asociación Seminario-revista se evidenciaba en este momento, por lo que este número de MOL, extraordinario, está destinado a recoger los textos de las ponencias, comunicaciones y posters de la reunión.

Este Seminario, y esta revista, de la que hemos previsto también su difusión digital por medio de nuestra página web, salen a la luz gracias al interés decidido de las Instituciones y Sociedades organizadoras del evento, y al inestimable apoyo y concurso de patrocinadores y colaboradores.

Todos ellos han hecho posible esta realidad.



# **SEMINARIO SOBRE BIODIVERSIDAD VEGETAL EN EL SISTEMA AGROFORESTAL ATLÁNTICO (AGROFOR)**

---

**Pontevedra, 27-28 de Octubre del 2010**

La zona atlántica norte es una de las regiones españolas donde la coexistencia de amplias áreas forestales con numerosas explotaciones agrarias tradicionales ha favorecido una extraordinaria biodiversidad en los ámbitos agrario y forestal. Desde el punto de vista agrícola, se cultivan en esta zona tanto especies del Viejo Mundo como otras introducidas desde el Nuevo a partir de finales del siglo XV, tras la exploración de América. En la zona atlántica el minifundio es un hecho generalizado, especialmente en las zonas costeras, en las cuales se concentra la producción hortícola en pequeñas explotaciones familiares o dedicadas a mercados locales. Este hecho ha favorecido la conservación de los recursos fitogenéticos de variedades tradicionales en la región. En el ámbito ornamental, destaca la introducción a finales del siglo XVIII-principios del XIX de plantas de camelia, originarias de Asia Oriental, representadas actualmente por un material de gran diversidad repartido en jardines privados y públicos y en algunos casos de alto valor histórico y patrimonial. En lo que respecta a lo forestal, coexisten las especies frondosas y resinosas autóctonas con otras introducidas en diferentes épocas, así como plantas medicinales con elevado valor añadido que constituyen un importante apoyo en la renta de los agricultores de las zonas de montaña. El Seminario persigue los siguientes objetivos:

Exponer la situación de la biodiversidad de las principales especies agrícolas, ornamentales, forestales y medicinales en el sistema agroforestal atlántico y fomentar el debate científico-técnico sobre su uso y conservación

Sensibilizar a la sociedad acerca de la importancia de la preservación de la Biodiversidad agrícola y forestal en el 2010, Año Internacional de la Diversidad Biológica



# ORGANIZACIÓN

---

## Organizan:

---

Misión Biológica de Galicia. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Pontevedra  
<http://www.mbg.csic.es>

Estación Fitopatológica do Areiro. Diputación de Pontevedra. Pontevedra  
<http://www.efa-dip.org>

Centro de Investigación Forestal de Lourizán. Xunta de Galicia. Pontevedra  
<http://medioambiente.xunta.es/investigacion.jsp>

Asociación Española de Leguminosas  
<http://www.leguminosas.es>

Sociedad Española de la Camelia  
<http://scamelia.efa-dip.org>

## Patrocinan:

---

Fundación Juana de Vega. La Coruña  
<http://www.juanadevega.org>

Instituto Nacional y Tecnología Agraria y Alimentaria-INIA  
<http://www.inia.es>

Xunta de Galicia, Consellería de Economía e Industria  
<http://economia e industria/xunta .es.es>

## Colaboran:

---

Caixanova. Pontevedra  
<http://www.caixanova.es>

Sociedad de Ciencias de Galicia  
<http://scg.cesga.es>

IES Sánchez Cantón. Pontevedra  
<http://centros.edu.xunta.es/iessanchezcanton>

Promotora Orxeira. Lobeira, Ourense

Consello Regulador de la D. O. “Rías Baixas”  
<http://www.doriasbaixas.com>

## Coordinador:

---

**Antonio M. De Ron.** Misión Biológica de Galicia. CSIC. Pontevedra.

Asociación Española de Leguminosas.

Sociedad de Ciencias de Galicia

## Comité Científico-Organizador:

---

**Carmen Salinero.** Estación Fitopatológica do Areiro. Diputación de Pontevedra. Pontevedra.  
 Sociedad Española de la Camelia

**Celia De la Cuadra.** Centro Nacional de Recursos Fitogenéticos. INIA. Alcalá de Henares

**Gabriel Toval.** Centro de Investigación Forestal de Lourizán. Xunta de Galicia. Pontevedra

**Mª Jesús Sainz.** Universidad de Santiago de Compostela. Lugo

**Pedro A. Casquero.** Universidad de León. León

**Ignacio Ruiz de Galarreta.** NEIKER. Vitoria

---

**Lugar:**

Centro Cultural Caixanova  
Augusto G. Besada 2. Pontevedra

---

**Fechas:**

27 y 28 de Octubre del 2010

---

**Internet:**

<http://scg.cesga.es/AGROFOR>

---

**Ponentes invitados**

**Antonio M. De Ron.** Profesor de Investigación.  
Misión Biológica de Galicia. CSIC. Pontevedra.

**Celia De la Cuadra.** Investigadora Titular y Jefa de Servicio.  
Centro Nacional de Recursos Fitogenéticos. INIA. Alcalá de Henares.

**Lucía De la Rosa.** Investigadora Titular y Jefa de Servicio.  
Centro Nacional de Recursos Fitogenéticos. INIA. Alcalá de Henares

**Ana M. Martínez.** Catedrática de Biología y Geología  
Instituto Sánchez Cantón. Pontevedra.

**Amando Ordás.** Profesor de Investigación y Jefe de Departamento.  
Misión Biológica de Galicia. CSIC. Pontevedra.

**César Iglesias.** Jefe de Servicio de Formación Agroforestal.  
Consellería de Medio Rural. Xunta de Galicia. Santiago de Compostela.

**F. Javier Silva.** Investigador y Jefe de Departamento.  
Centro de Investigación Forestal de Lourizán. Xunta de Galicia. Pontevedra.

**Antón Masa.** Científico Titular.  
Misión Biológica de Galicia. CSIC. Pontevedra.

**Mar Vilanova.** Investigadora. Misión Biológica de Galicia. CSIC. Pontevedra.

**Fernando Vilariño.** Técnico. Consello Regulador de la D. O. "Rías Baixas". Pontevedra.

**Carmen Salinero.** Jefa de Servicio Adjunta.  
Estación Fitopatológica do Areiro. Diputación de Pontevedra. Pontevedra.

# PROGRAMA

SESIONES ORALES				
Nº		PERSONAS	MODERADORES	TEMAS
<b>Día 27</b>				
	9,00	Participantes		Registro de participantes. Colocación de posters
	09,30	Comité, representantes y participantes		Inauguración oficial
P01		Antonio M. De Ron, Celia De la Cuadra		La Biodiversidad a escala global: el Tratado Internacional de Recursos Fitogenéticos para la Agricultura y la Alimentación. Declaraciones de Córdoba
P02	10,30	Lucía De la Rosa	Celia De la Cuadra	Los recursos fitogenéticos
	11,30	Participantes		Café y visita a posters
P03	12,00	Ana M. Martínez	Pedro A. Casquero	<u>Sesión pública para estudiantes.</u> 2010, Año Internacional de la Diversidad Biológica
	12,00	Rosa A. Malvar, Antonio M. De Ron Investigadores		Visita técnico-cultural al <b>Campus de la Misión Biológica de Galicia – CSIC.</b> Vino gallego
	14,00	Pausa		
P04	16,30	Amando Ordás	Carmen Salinero	Biodiversidad de cultivos en la zona atlántica
C01	17,30	María De la Fuente et al.		Aplicación del análisis proteómico de semilla <i>Phaseolus vulgaris</i> para el estudio de la diversidad entre acervos genéticos
C02	17,50	Pedro A. Casquero et al.		Biodiversidad en genciana ( <i>Gentiana lutea</i> ) en la montaña occidental de León
C03	18,10	Domingo Rios		Las variedades de papas locales de las Islas Canarias
P05	18,30	César Iglesias		<u>Sesión pública para el sector.</u> Valorización del empleo de variedades autóctonas en riesgo de erosión genética en el marco del Programa de Desarrollo Rural de Galicia

SESIONES ORALES				
Nº		PERSONAS	MODERADORES	TEMAS
<b>Día 28</b>				
P06	09,30	F. Javier Silva	Ana M. Viéitez	Diversidad forestal en la zona atlántica
C04	10,30	Ruben Pino et al.		Comentarios y aportaciones a la flora de Galicia
C05	10,50	F. Javier Silva et al.		Diversidad florística y variabilidad de los horizontes edáficos superficiales en robledales atlánticos gallegos
	11,10	Participantes		Café y visita a posters
P07	11,45	Antón Masa	Pedro Mansilla	Papel de los compuestos fenólicos en la caracterización de las variedades de vid ( <i>Vitis vinifera</i> ) cultivadas en Galicia
P08	12,15	Mar Vilanova		Diversidad aromática de las variedades de vid cultivadas en Galicia
P09	13,00	Fernando Vilariño		La Denominación de Origen “Rías Baixas”. Cata comentada de vinos. <b>Consello Regulador de la DO Rías Baixas</b>
	13,45	Pausa		
C06	16,30	Verónica Codesido et al.	Gonzalo Puerto	Adaptación de especies forestales introducidas a climas locales tomando como ejemplo el pino radiata en Galicia
C07	16,50	Silvia Valladares et al.		Conservación a largo plazo de germoplasma de fagáceas mediante crioconservación de embriones somáticos
C08	17,10	Pilar Vela et al.		Diferenciación de ejemplares antiguos de <i>Camellia japonica</i> mediante análisis morfológico y molecular
C09	17,30	F. Javier Silva et al.		Variabilidad morfológica de diversas poblaciones gallegas de <i>Betula celtiberica</i> Rothm. et Vasc.
	17,50	Comité y participantes		Clausura oficial. Retirada de pósters
P10	18,15	Carmen Salinero	María J. Sáinz	<u>Sesión pública</u> . Camelia, la flor de Galicia: su diversidad
	20,30	Participantes		<u>Acto Social</u> : Cena de la Biodiversidad Vegetal. <b>Instituto Sánchez Cantón</b>

PÓSTERS		
Nº	AUTORES	TEMAS
p01	Sol A. Zamuz et al.	LOS ANTOCIANOS COMO MARCADORES DE LA BIODIVERSIDAD EN CULTIVARES DE VID ( <i>Vitis vinifera</i> L) CULTIVADOS EN GALICIA.
p02	Sol A. Zamuz et al.	COMPOSICIÓN ESTILBÉNICA DE MOSTOS DE LA VARIEDAD ALBARIÑO ( <i>Vitis vinifera</i> L)
p03	Sol A. Zamuz et al.	LOS FLAVONOLES COMO MARCADORES DE LA BIODIVERSIDAD EN CULTIVARES BLANCOS DE VID ( <i>Vitis vinifera</i> L) CULTIVADOS EN GALICIA
p04	Iria Otero-Mazoy et al.	LA VARIEDAD ALBARIÑO EN EL VALLE DEL SALNÉS (D.O. RÍAS BAIXAS)
p05	Pilar Canosa et al.	LA COMPOSICIÓN TERPÉNICA DE LA VARIEDAD GODELLO EN LA D.O. VALDEORRAS
p06	Iria Rodríguez-Vega et al.	MADURACION DE LA UVA MENCIA EN AMANDI Y CHANTADA (D.O. RIBEIRA SACRA) DURANTE LAS COSECHAS 2009 Y 2010
p07	M. Carmen San José et al.	MICROPROPAGACIÓN DEL ALISO COMÚN PARA LA CONSERVACIÓN DE SU GERMOPLASMA
p08	M. Elena Corredoira et al.	CONSERVACIÓN DE GERMOPLASMA EN ESPECIES LEÑOSAS CON TÉCNICAS DE CULTIVO IN VITRO Y ALMACENAMIENTO EN FRIO
p09	Nieves P. Vidal et al.	CRIOCONSERVACIÓN DE ESPECIES FORESTALES ATLÁNTICAS: DESARROLLO DE BANCOS DE GERMOPLASMA DE CASTAÑO Y ALCORNOQUE
p10	José Valero Galván et al.	APROXIMACIONES “-ÓMICAS” AL ESTUDIO DE VARIABILIDAD Y RESPUESTA A ESTRESSES EN ENCINA
p11	Manuel A. Rodríguez Guitián et al.	APROVECHAMIENTO TRADICIONAL DE LA FLORA VASCULAR Y FÚNGICA ASOCIADA A LOS HAYEDOS GALLEGOS
p12	F. Javier Silva-Pando y María José Rozados Lorenzo.	REINFFORCE: ATLANTIC AREA PROJECT TO EVALUATE THE IMPACT OF CLIMATE CHANGE ON ATLANTIC FORESTS. Poster presentado en el XXIII Congreso Mundial de IUFRO
p13	M. Carmen Salinero et al.	DIVERSIDAD DEL MATERIAL VEGETAL DE <i>Actinidia deliciosa</i> EN PLANTACIONES COMERCIALES DE GALICIA
p14	Ana M. González et al.	MAPEO DE PEROXIDASAS ( <i>Prxs</i> ) EN ACCESIONES DE CEBADA ( <i>Hordeum vulgare</i> ) MEDIANTE LA TÉCNICA NBS-PROFILING
p15	Laura Campo Ramírez y Jesús Moreno-González	POTENCIAL FORRAJERO DE VARIEDADES LOCALES DE MAÍZ Y RELACIÓN ENTRE CARACTERES AGRONÓMICOS, DE RENDIMIENTO Y DE VALOR NUTRITIVO
p16	Manuel Riveiro et al	BIODIVERSIDAD Y TOLERANCIA A ESTRÉS HÍDRICO EN JUDÍA COMÚN ( <i>Phaseolus vulgaris</i> ): DIVERSAS ESTRATEGIAS
p17	Desirée Afonso et al.	CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA PRELIMINAR DE CULTIVARES LOCALES DE CALABAZAS DE CANARIAS
p18	Carolina González Puig et al.	PROSPECCIÓN DE LA BIODIVERSIDAD VEGETAL COMO FUENTE DE NUEVOS BIOHERBICIDAS
p19	CRF-INIA	EL CENTRO NACIONAL DE RECURSOS FITOGENÉTICOS



# PONENCIAS



# LA BIODIVERSIDAD A ESCALA GLOBAL: EL TRATADO INTERNACIONAL DE RECURSOS FITOGENÉTICOS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN

---

De Ron, A. M.<sup>1</sup>; De La Cuadra, C.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Misión Biológica de Galicia, CSIC. Pontevedra

<sup>2</sup> Centro Nacional de Recursos Fitogenéticos (CRF), INIA. Alcalá de Henares, Madrid

## 1. Introducción

---

### Orígenes de la agricultura y de las plantas cultivadas

No hay un acuerdo general entre los autores acerca de los orígenes de la Agricultura como tal, aunque esta actividad tan primordial para la supervivencia humana ha estado presente en la Historia de la Humanidad desde sus comienzos.

De la consideración inicial de los orígenes divinos del cultivo de las plantas, según algunos pensadores griegos, se pasó a una certeza de su origen puramente humano, probablemente como uno de los aspectos fundamentales de la “revolución neolítica”, que implicó la evolución de la especie humana desde las actividades de caza y recolección a la práctica sistemática de la Ganadería y la Agricultura. Esta evolución pudo haber estado motivada por diversas circunstancias, bajo el predominio fundamental de la necesidad de alimento, pero sólo pudo realizarse porque los animales y las plantas que vivían en estado silvestre o salvaje cambiaron genéticamente (y, por tanto, de modo permanente) por su contacto constante con la especie humana. Obviamente este cambio genético que el hombre fue capaz de inducir se basó en su conocimiento de los propios procesos biológicos sobre los que trataba de influir, para su propio beneficio. De todas maneras debe tenerse presente que la Agricultura no es una tecnología única en sí misma, sino un conjunto de técnicas que quizá pudieron desarrollarse independientemente unas de otras, durante milenios, hasta que su convergencia dio paso gradualmente a sistemas de producción que pueden calificarse de agrícolas, y en los cuales el objeto central es el material vegetal, que debió sufrir un proceso de domesticación.

En suma, puede considerarse que las prácticas agrícolas como tales, quizá inicialmente presentes en la actividad humana de una manera en cierta medida accidental, empezaron en Oriente Próximo hacia el IX milenio aC (algo más tarde en Mesoamérica) mediante el cultivo de gramíneas, base importante de la alimentación humana, entonces y ahora. De hecho, la molienda de los granos de gramíneas es una técnica que puede tener unos 40000 años de antigüedad, practicada originalmente sobre plantas silvestres.

Los pasos exactos y sucesivos del abandono paulatino de la recolección, en favor del cultivo, no se conocen con profundidad, si bien los restos fósiles van mostrando restos vegetales, cada vez más diferentes de los tipos silvestres, asociados con los restos humanos, cada vez más urbanos. Entre estos restos abundan cereales y leguminosas, cuyas semillas presentan facilidad para la conservación. Así, existen algunas evidencias como los restos de mazorcas muy primitivas de maíz (de poco más de 2 cm de longitud) encontrados en la Bat Cave (Cueva del Murciélagos) en Nuevo Méjico, USA, con una antigüedad de 5600 años; existen referencias acerca del cultivo de diversos tipos de cereales en el valle del Nilo transmitidas por representaciones egipcias y los grabados en vasijas andinas muestran el cultivo de una leguminosa, el *tarwi*, especie americana de altramuza. Sin embargo, no se sabe apenas nada sobre la primitiva agricultura en las regiones tropicales húmedas, respecto de las que existen razones para pensar en una domesticación antigua de tubérculos (ñame, mandioca, batata) de la que desgraciadamente no quedan señales, pues estos materiales son de difícil conservación.

### Domesticación y evolución de las plantas

---

Asociada con la evolución de la Agricultura se encuentra la domesticación de las plantas, proceso todavía hoy en desarrollo en algunos casos, que fue objeto de intenso estudio, incluso en épocas (mediados-finales del siglo XIX) en las cuales los conocimientos sobre los procesos evolutivos, y especialmente sobre Genética, eran escasos e imprecisos.

Se entiende por domesticación el proceso por el cual los vegetales y animales se ubican en el entorno del hombre, dependiendo en mayor o menor medida de éste para su supervivencia, y transcurriendo así su evolución en manera diferente a la de las formas silvestres. Tanto en el caso de los animales como de las plantas domésticos se ha producido, por tanto, una *evolución artificial* peculiar (que se superpone a la propia evolución por procesos naturales) tras la domesticación, que a menudo ha tenido consecuencias más drásticas en las plantas, a las cuales se les ha buscado una productividad y unas cualidades en ocasiones muy diferentes a las de las especies silvestres. Los efectos de la domesticación sobre las especies vegetales son de tal magnitud que, en numerosas ocasiones, llegan a impedir la posibilidad de propagación de la especie por sus propios medios, quedando completamente vinculada a las actividades agrícolas humanas.

En general, la domesticación y la evolución, bajo la acción humana, de las especies vegetales cultivadas suponen diversas modificaciones anatómicas y fisiológicas:

- Reducción de la variabilidad genética: al humano primitivo agricultor le interesaba que los productos que obtenía de las plantas tuviesen la mayor homogeneidad morfológica y fisiológica posible. Es decir, que las características del fruto o de la semilla que se buscaban del mismo, fuesen siempre semejantes, o que las épocas de siembra y recolección no variasen demasiado, lo cual proporcionaba mayor seguridad en el suministro de alimento. Esto ha llevado a una reducción de la base genética de las especies vegetales actualmente cultivadas, tras generaciones de domesticación, y posterior selección, bajo la mano del hombre, que seleccionó aquellas plantas de su interés, desechando otras que presentaban en menor grado las características deseadas. Esta reducción de la base genética ha supuesto la probable pérdida de genes que hoy podrían ser sumamente valiosos para la mejora genética, por ejemplo, en relación con la resistencia a enfermedades. Por esta razón hoy es de gran importancia coleccionar y conservar los ancestros silvestres, o formas silvestres o primitivas emparentadas con las especies cultivadas, por su posible interés, presente o futuro, para la mejora genética de los cultivos
- Gigantismo e incremento de la producción de biomasa: aunque no es hoy, en algunos lugares, una prioridad absoluta, es de suponer que, en los orígenes de la Agricultura, la obtención de mayores cosechas era absolutamente prioritario. Por esta razón las plantas actualmente cultivadas son muy superiores en rendimiento, y en general de mayor tamaño, que las especies emparentadas con ellas que existen hoy en especies silvestres, con las cuales se supone que comparten ancestros comunes
- Reducción de la capacidad de dispersión: para su aprovechamiento, el hombre agricultor necesitaba coleccionar los frutos y semillas sobre la propia planta, sin que se hubiesen visto sometidos a un proceso de dispersión natural que trata de mantener o ampliar el área de crecimiento de la planta. Las plantas silvestres suelen presentar frutos dehiscentes, que se abren por sí mismos en la madurez para dispersar las semillas. Además, las semillas presentan capacidad suficiente de supervivencia para aguardar en el suelo las condiciones favorables para su germinación, lo cual puede tardar semanas, meses e incluso años. La reducción de la capacidad de dispersión de las semillas fue fundamental tanto para su aprovechamiento directo por el hombre, como para conseguir una cantidad de semillas suficiente para mantener la continuidad del cultivo de la especie domesticada. Este hecho ha llevado a la incapacidad de la mayoría de las especies agrícolas de dispersarse por sí mismas y sobrevivir por sus propios medios en su hábitat, sin la ayuda de los cuidados que el hombre proporciona a las plantas en forma de labores agrícolas y tratamientos con agroquímicos
- Facilidad de almacenamiento y conservación: a fin de conservar adecuadamente, tanto los productos recolectados para la alimentación, humana y animal, como las semillas para nuevas siembras, una prioridad en la domesticación fue mejorar la capacidad de los frutos y semillas para su almacenamiento y conservación en diferentes condiciones. Esta es una de las razones por las cuales los cereales, de fruto en cariósipide con bajo contenido en humedad, y las leguminosas, con semillas duras de cubierta aislante, hayan sido los principales materiales de partida de la domesticación y mejora genética, por tanto, soportes históricos de la alimentación humana

- Mejora de las cualidades: una vez que la especie humana es capaz de producir cultivos en su entorno próximo y controlar su dispersión, fija su atención en cualidades de interés especial, con lo cual se pasa de una *mejora cuantitativa*, que trataba de aumentar la cantidad de la producción agrícola, a una *mejora cualitativa*, que procura adecuar algunas características particulares de un cultivo a las necesidades humanas. Así, durante mucho tiempo, el *agricultor* es al mismo tiempo *mejorador* de plantas, y selecciona por sí mismo las semillas en cada ciclo de cultivo. Sólo en tiempo reciente (desde el siglo XIX) se profesionaliza la Mejora Vegetal, y se va separando paulatinamente su práctica de la agricultura profesional

## **2. La Biodiversidad**

---

La agricultura, la ganadería, la pesca, actividades primarias que proporcionan la seguridad para la alimentación animal y humana, reposan sobre la base de la diversidad en los individuos y especies objeto de aprovechamiento, y asimismo de la diversidad en los entornos ecológicos en los cuales viven. Sin embargo la actividad humana, domesticando y mejorando genéticamente los animales y vegetales, ha reducido enormemente su grado de diversidad, buscando precisamente variedades o razas con características uniformes y adaptadas a cubrir las necesidades de una sociedad humana en crecimiento y en desarrollo. Además, el propio desarrollo ha generado modificaciones en el entorno, que también han contribuido a reducir la diversidad del medio físico.

Biodiversidad es un término que se refiere a la variabilidad total dentro de todos los organismos vivientes y el medio ecológico en el cual habitan. De acuerdo con ello pueden considerarse tres aspectos o niveles de expresión de la biodiversidad:

- diversidad en ambientes
- diversidad en especies
- diversidad genética en los individuos

Desde el punto de vista del estudio de la biodiversidad en los vegetales es especialmente importante el estudio de la diversidad en los individuos dentro de las especies, es decir, la variación intraespecífica, para su posible aprovechamiento en mejora genética. En ocasiones también puede ser interesante la utilización de la variación entre distintas especies, para desarrollar programas de mejora vegetal por medio de la hibridación interespecífica.

## **3. El Año Internacional de la Diversidad Biológica**

---

La Asamblea General de las Naciones Unidas declaró 2010 como el “Año Internacional de la Diversidad Biológica” en la resolución A/RES/61/203. Se designa a la Secretaría del “Convenio sobre la Diversidad Biológica” como centro de coordinación del Año Internacional de la Diversidad Biológica, y se invita a la Secretaría a que coopere con otros órganos pertinentes de las Naciones Unidas, y establezca acuerdos multilaterales sobre el medio ambiente con organizaciones internacionales y otros interesados, con el objetivo de lograr que se preste más atención en el plano internacional a la cuestión de la pérdida continua de la diversidad biológica.

Establecido en la denominada “Cumbre de la Tierra”, celebrada en Río de Janeiro en 1992, el Convenio sobre la Diversidad Biológica es un tratado internacional para la conservación y utilización sostenible de la biodiversidad y la distribución equitativa de los múltiples beneficios que proporciona.

El 19 de diciembre de 2008, la Asamblea General instó a todos los Estados Miembros a cumplir los compromisos asumidos a fin de reducir de manera significativa para 2010 el ritmo de pérdida de la diversidad biológica, para lo que tendrán que prestar la atención debida a esta cuestión en sus políticas y programas pertinentes (resolución 63/219). Asimismo, invitó a los Estados Miembros a establecer comités nacionales que incluyan a representantes de comunidades locales y aborígenes, para celebrar el Año, e invitó a las organizaciones internacionales a sumarse a las conmemoraciones.

A través del Año Internacional de la Biodiversidad 2010 se espera reflejar los objetivos de las organizaciones que trabajan en todo el mundo para salvaguardar la biodiversidad. Como tal, los objetivos del Año Internacional de la Biodiversidad 2010 son los siguientes:

- Mejorar la conciencia pública sobre la importancia de salvaguardar la diversidad biológica y también sobre las amenazas subyacentes a la biodiversidad.
- Aumentar la conciencia de los logros para salvar la diversidad biológica que ya han sido realizados por las comunidades y los gobiernos.
- Alentar a las personas, las organizaciones y los gobiernos a tomar las medidas inmediatas necesarias para detener la pérdida de la biodiversidad.
- Promover soluciones innovadoras para reducir las amenazas a la biodiversidad.
- Iniciar el diálogo entre las partes interesadas con las medidas que deben adoptarse en el período posterior a 2010.

#### **4. El Año de la Diversidad Biológica en España**

---

Una de las iniciativas más destacadas ha sido la celebración del “Seminario Internacional sobre Biodiversidad Agrícola en la lucha contra el Hambre y frente a los Cambios Climáticos”, en Córdoba, el pasado mes de Septiembre.

Este Seminario destacó el papel de la biodiversidad agrícola como base para la seguridad alimentaria, la lucha contra el hambre y como amortiguadora de los efectos previstos del cambio climático. En él, expertos del máximo prestigio internacional analizaron el trabajo que en estas materias vienen realizando diversas instituciones y se ofreció un espacio para fomentar la concienciación y el diálogo entre instituciones, universidades, científicos, sociedad civil y sector privado. Se espera que las conclusiones del Seminario contribuyan a catalizar acciones y proyectos, así como a definir prioridades y políticas a niveles internacional, nacional y local. Para este fin, un comité de expertos, con representantes de las instituciones participantes, elaboró dos documentos conclusivos, una Declaración Nacional y una Declaración Internacional (Anexo)

#### **5. El Tratado Internacional de Recursos Fitogenéticos para la Agricultura y la Alimentación**

---

Los recursos fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura son fundamentales para la subsistencia de la Humanidad. Se trata de las materias primas que los agricultores y mejoradores utilizan para mejorar la calidad y la productividad de los cultivos. El futuro de la agricultura depende de la cooperación internacional y del intercambio abierto de los cultivos y sus genes, que los agricultores de todo el mundo han desarrollado e intercambiado libremente durante más de 10000 años. Ningún país se basta a sí mismo, todos dependen de los cultivos y de la diversidad genética de esos cultivos que proceden de otros países y regiones.

Después de siete años de negociaciones, en 2001, la FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, por medio de la Resolución 3/2001, adoptó el “Tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura”. Este Tratado, jurídicamente vinculante, abarca todos los recursos fitogenéticos importantes para la alimentación y la agricultura, y está en consonancia con el Convenio sobre la Diversidad Biológica.

El Tratado es vital para asegurar la disponibilidad constante de los recursos fitogenéticos que los países necesitarán para alimentar a sus pueblos y tiene como objetivo máximo conservar e intercambiar, a escala global, la diversidad genética esencial para la Agricultura, la Alimentación y el futuro de la Humanidad. España ratificó este tratado en 2004.

#### **Agradecimientos**

---

Los autores agradecen a Lucía De la Rosa la revisión del texto y el apoyo, junto con Fernando Latorre y José Esquinas-Alcazar, para incluir las Declaraciones de Córdoba que se anexan.

# ANEXO

## DECLARACIÓN DE CÓRDOBA DE 2010 SOBRE BIODIVERSIDAD AGRÍCOLA EN LA LUCHA CONTRA EL HAMBRE Y FRENTE A LOS CAMBIOS CLIMÁTICOS

### COMPONENTE INTERNACIONAL<sup>1</sup>

#### 16 de Septiembre de 2010

La designación del 2010 como el Año Internacional de la Biodiversidad refleja la importancia que se atribuye a salvaguardar la biodiversidad y la contribución esencial de la biodiversidad para el desarrollo y bienestar humano. Es imperativo que este reconocimiento esté acompañado de un compromiso fuerte con la biodiversidad que alimenta al mundo: la biodiversidad agrícola.

La biodiversidad agrícola incluye los cultivos, animales de granja, organismos acuáticos, especies forestales, microorganismos e invertebrados de los cuales dependemos para nuestra alimentación y para la producción agrícola, y por los fundamentales servicios ambientales que ofrecen. Esta biodiversidad, vital para conseguir la seguridad alimentaria y nutricional y para adaptarse al reto del cambio climático, se está perdiendo a un ritmo alarmante.

Durante el Seminario Internacional sobre Biodiversidad Agrícola en la lucha contra el Hambre y frente a los Cambios Climáticos<sup>2</sup>, celebrado en Córdoba a mediados de Septiembre de 2010 y organizado como contribución al Año Internacional de la Biodiversidad, expertos de todo el mundo han destacado que la biodiversidad agrícola tiene una importancia clave para alcanzar los Objetivos de Desarrollo del Milenio.

#### Los Retos

La seguridad alimentaria mundial se nos sigue escapando. En los últimos años el número de personas que padecen hambre ha aumentando hasta los actuales 925 millones. Se estima que la población mundial alcanzará los 9.000 millones a mediados del presente siglo y a partir de entonces se estabilizará. El aumento de la población y los cambios en la alimentación demandarán un incremento en la producción de alimentos de un 70%, a lo que puede añadirse una mayor competencia con la producción agrícola para usos no alimentarios por la creciente demanda de biocombustibles.

La producción agrícola y alimentaria se ve afectada negativamente por el cambio climático y lo estará cada vez más, sobre todo en los países ya vulnerables al clima, de bajos ingresos, y de alta incidencia de pobreza y de hambre. Se calcula que si las temperaturas medias aumentasen más de 2°C, en muchos países en desarrollo la productividad agrícola total podría descender entre un 20 y un 40%.

Además de saciar las necesidades de una población creciente y afrontar los problemas del cambio climático, la agricultura debe hacerse más sostenible. Es necesario aumentar la producción pero de forma que no conlleve un aumento del uso del suelo, del agua, de la energía y de otros recursos y que no produzca una mayor contaminación. Estos retos requieren nuevas soluciones y nuevas formas de pensar.

<sup>1</sup> Complementariamente se redactó un componente nacional de esta declaración, que recomienda el desarrollo de una Estrategia Española sobre Agrobiodiversidad.

<sup>2</sup> El Seminario fue co-organizado por el gobierno español (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino y Ministerio de Ciencia e Innovación), organizaciones internacionales (FAO, Tratado Internacional sobre Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura, Convenio de Diversidad Biológica y Bioversity International), entidades locales (Diputación de Córdoba, Universidad de Córdoba y Ayuntamiento de Córdoba), y la Cátedra de Estudios sobre Hambre y Pobreza como anfitriona. Se contó con la participación de países desarrollados y en desarrollo, y miembros de la sociedad civil, organizaciones de agricultores, industria y consumidores, a nivel internacional y nacional. El Seminario fue inaugurado por la Secretaria de Estado de Cooperación Internacional y clausurado por la Ministra de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.

## Biodiversidad agrícola: el camino a seguir

Para enfrentar los retos de la seguridad alimentaria y el cambio climático será esencial hacer un mayor y mejor uso de la biodiversidad agrícola. Se necesitan sistemas de producción más diversos que utilicen nuevas variedades y especies con el fin de conseguir los aumentos necesarios en la producción, la resiliencia y la adaptabilidad. Tanto la mejora de la eficiencia del uso y almacenamiento del agua como la reducción de la demanda de fertilizantes y la mejora de la resistencia a estreses bióticos y abióticos comportarán el empleo de una diversidad ampliada y de diversidad nueva, así como entornos de producción adaptables, variables o completamente nuevos. La biodiversidad agrícola, que durante cientos de años ha ofrecido estas funciones a los agricultores, debe jugar un papel más importante mejorando la resiliencia de los sistemas de producción. Los agricultores y las funciones que ejercen en el mantenimiento y utilización de la biodiversidad agrícola han de estar en el núcleo de las soluciones a estos problemas.

La paradoja es que la biodiversidad agrícola está cada vez más amenazada y se está perdiendo en un momento en que no sólo se necesita con más urgencia sino que hay más oportunidades que nunca para utilizarla en beneficio de la humanidad.

Entre las causas de esta situación se pueden citar: la falta de prioridad que se concede a la biodiversidad agrícola, la desconexión entre los compromisos internacionales, su aplicación en los países y la financiación, la falta de participación efectiva de los más afectados, y la desarticulación entre la acciones intergubernamentales sobre biodiversidad agrícola, seguridad alimentaria y cambio climático.

### Acciones necesarias

Es necesario tomar acciones urgentes para enfrentar los retos de la seguridad alimentaria y el cambio climático y para parar la inaceptable y continua pérdida de biodiversidad. Con este fin se proponen las siguientes acciones:

#### ***1. Situar la biodiversidad agrícola en el centro de la agenda política.***

La biodiversidad agrícola debe convertirse en prioridad absoluta para poder afrontar los retos de la seguridad alimentaria y el cambio climático. Su importancia y valor deben ser reconocidos por los gobiernos y los políticos a todos los niveles. Se necesitan decisiones que:

- Contribuyan a detener la pérdida de diversidad de las plantas cultivadas, animales de granja domésticos, y otra diversidad esencial para la seguridad alimentaria.
- Aseguren la prestación de servicios agro-ambientales que contribuyen a la salud, la nutrición, el sustento y el bienestar humano.
- Incluir la biodiversidad agrícola como componente clave de la “riqueza de las naciones”.
- Aumentar la cuota de la ayuda internacional al desarrollo que se destina a la biodiversidad agrícola.

#### ***2. Reforzar la colaboración entre las entidades internacionales pertinentes y desarrollar programas y estrategias internacionales comunes sobre biodiversidad agrícola.***

Para desarrollar al máximo el potencial de la biodiversidad agrícola hay que llevar a cabo actuaciones multilaterales y multisectoriales y estrechar los vínculos, especialmente entre los sectores medioambiental y agrícola. De esta forma se aseguraría la coherencia y la sinergia en la aplicación de los diferentes acuerdos e instrumentos. Hacemos un llamamiento para:

- El desarrollo de una hoja de ruta común de las Naciones Unidas con metas e hitos verificables y que incluya el establecimiento y consolidación de vínculos entre los mecanismos financieros multilaterales pertinentes.
- El desarrollo y el fortalecimiento de soluciones multilaterales sobre acceso y reparto de beneficios mediante la colaboración entre el Convenio de Diversidad Biológica, el Tratado Internacional sobre Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura, y la Comisión de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura.

- La adopción en el marco de la Convención sobre el Cambio Climático de un programa de trabajo sobre agricultura que reconozca la importancia de la biodiversidad agrícola y del desarrollo de sinergias entre los mecanismos de la Convención y los foros sobre biodiversidad agrícola.

### ***3. Acelerar la aplicación a nivel nacional de las disposiciones de los acuerdos e instrumentos internacionales existentes relacionados con la biodiversidad agrícola.***

Para ello los países deben:

- Desarrollar las leyes y reglamentos, o en su caso revisar los existentes, que pongan en práctica los compromisos internacionales.
- Desarrollar y aplicar las estrategias y los programas que traduzcan los instrumentos internacionales en realidades nacionales. Para ello se requerirá ayuda internacional.
- Integrar la biodiversidad agrícola en los planes nacionales y locales de desarrollo y en las estrategias de reducción de pobreza.
- Establecer una mayor cooperación entre los sectores e instituciones involucrados, especialmente entre los sectores medioambiental y agrícola y entre el sector privado y la sociedad civil.
- Conceder alta prioridad a la investigación y la formación en biodiversidad agrícola.

### ***4. Mejorar el apoyo a los productores de alimentos de pequeña escala, en reconocimiento a su labor de desarrollo y salvaguardia de la biodiversidad agrícola actual y futura.***

Muchas de las disposiciones de los acuerdos internacionales, como las relacionadas con el manejo en fincas de la biodiversidad agrícola y su conservación *in situ*, solamente pueden ser desarrolladas a nivel local. Resulta urgente encontrar mecanismos para asignar una alta prioridad al apoyo a los enfoques agroecológicos locales que reconozcan los derechos de los agricultores y el papel fundamental de la mujer. Las visiones que expone la Evaluación Internacional del Papel del Conocimiento, la Ciencia y la Tecnología en el Desarrollo Agrícola (IAASTD) pueden aprovecharse y reflejarse en acciones a nivel local. Instamos a:

- Mejorar las formas de vida y el bienestar social de los productores de alimentos de pequeña escala con el fin de permitirles continuar su labor de desarrollo y salvaguardia de la biodiversidad agrícola.
- Fortalecer los sistemas alimentarios ricos en biodiversidad y con enfoque local y fomentar el conocimiento y las técnicas locales relacionados con ellos.
- Mejorar la participación en la toma de decisiones, asegurar el acceso a los recursos locales necesarios y respetar los derechos de los agricultores.

## **COMPONENTE NACIONAL<sup>3</sup>**

---

**16 de septiembre de 2010**

---

**La presente Declaración expone recomendaciones para combatir de manera efectiva la pérdida de la biodiversidad agrícola en España y para su aprovechamiento sostenible en beneficio del sector agrícola y de la sociedad en general, especialmente de cara a la producción sostenible de alimentos y a los cambios en el clima previstos para el futuro. En particular se propone el desarrollo y aplicación de una Estrategia Nacional que, elaborada con la participación de todos los actores involucrados en la conservación y utilización de la biodiversidad agrícola, aúne los esfuerzos en este ámbito creando sinergias, estableciendo principios y objetivos comunes y sentando las bases de la cooperación nacional e internacional en la materia.**

Esta Declaración es resultado del Seminario Internacional sobre Biodiversidad Agrícola en la lucha contra el Hambre y frente a los Cambios Climáticos<sup>4</sup>, celebrado en Córdoba entre los días 13 y 15 de septiembre de 2010, organizado como contribución al Año Internacional de la Biodiversidad, y como complemento de la Declaración Internacional que se redactó. Ambas declaraciones, nacional e internacional, fueron elaboradas por el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino y el Ministerio de Ciencia e Innovación, con la participación de expertos de otras instituciones co-organizadoras en un intento de reflejar el enriquecedor debate que tuvo lugar durante el Seminario.

## 1. Preámbulo

---

La biodiversidad agrícola (la diversidad de todas las plantas, animales y microorganismos de aprovechamiento para la alimentación, la agricultura, la pesca y la silvicultura) es una parte de la diversidad biológica de enorme importancia como fuente de recursos genéticos para la alimentación y la agricultura. Como recurso fundamental para el desarrollo de nuevas variedades de plantas y razas de animales más productivas y mejor adaptadas a las diferentes condiciones agroecológicas donde se encuentran, la biodiversidad agrícola ha sido desde el origen de la agricultura uno de los fundamentos de los sistemas agrícolas tradicionales y lo sigue siendo para cualquier tipo de agricultura como materia prima para los avances en la mejora y adaptación genética de plantas cultivadas y animales de granja.

España es, por sus características ecogeográficas, históricas y socioeconómicas y por representar un puente entre los continentes europeo, africano y americano, el país más rico en agrobiodiversidad de Europa, con una enorme variedad de especies y dentro de las especies. Valga de ejemplos mencionar que el Inventario Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura cuenta con unas 32.000 entradas de variedades locales españolas de especies cultivadas y que el Catálogo Oficial de razas de ganado en España de 2008 cuenta con un total de 153 razas autóctonas catalogadas.

Sin embargo, la pérdida en las últimas décadas del enorme patrimonio genético que representa la biodiversidad agrícola ha sido, y continúa siendo, cuantiosa, difícilmente calculable y en muchos casos irreparable. En las últimas décadas, la despoblación del medio rural y la rápida modernización de los sistemas de producción agropecuarios, forestales y pesqueros han conllevado la desaparición de incontables variedades de cultivos, razas ganaderas, cepas microbianas, poblaciones de especies forestales y recursos pesqueros. Con ellos se han perdido muchos recursos genéticos con enorme valor potencial para su utilización hoy, y en el futuro. Esta reducción de la base genética sobre la que actúan la selección natural y la dirigida por el hombre resulta en un alarmante aumento de la vulnerabilidad de nuestros sistemas productivos frente a inesperados cambios ambientales o a la aparición de nuevas plagas y enfermedades. En el caso de los cultivos, este efecto se ha visto agravado por la concentración en la oferta del mercado de semillas.

La destrucción de biodiversidad agrícola constituye por tanto una pérdida de un patrimonio de gran valor. También se están perdiendo los conocimientos tradicionales asociados al aprovechamiento de la biodiversidad agrícola, y en consecuencia toda una cultura, ya que los recursos genéticos son un componente esencial de la identidad local de las zonas donde se han desarrollado y adaptado y tienen una importancia crucial como elemento cultural a lo largo de todo el territorio.

El reconocimiento de esta crítica situación no es nuevo. Las primeras medidas legales e institucionales que se tomaron en España para frenar la erosión de los recursos genéticos para la alimentación y la agricultura tienen más de 30 años. Desde entonces, gracias a las distintas medidas como los programas nacionales sectoriales de conservación y utilización de recursos genéticos, se ha recogido mucho y diverso material para su conservación en colecciones para su mantenimiento a largo plazo y se ha puesto a disponibilidad de los usuarios. Como dato relevante, la mayor parte del material conservado en bancos de germoplasma (se estima alrededor de un 65%) españoles es de origen nacional, al contrario de lo que ocurre en otros países industrializados. También se ha progresado mucho en el conocimiento de nuestros recursos genéticos, se ha fomentado entre los agricultores y los consumidores la conciencia de su valor, y muchos materiales se han utilizado en programas de mejora genética en beneficio de la agricultura.

## 2. Retos

---

La coordinación de todas las partes involucradas en la conservación y utilización de recursos genéticos en España debe ser reforzada. Existen materias en las que el progreso ha sido escaso o casi nulo y que precisan de una toma de posición a nivel nacional y común a todos los subsectores de la biodiversidad agrícola, como los temas relacionados con el acceso a los recursos genéticos o los relacionados con los derechos de propiedad intelectual, la seguridad de la biotecnología o el reconocimiento de los derechos de los agricultores en relación a la diversidad genética para la agricultura y la alimentación. Por otro lado, cada uno de los subsectores (plantas cultivadas, animales de granja, especies forestales, especies pesqueras, microorganismos)

requieren medidas nuevas y efectivas para asegurar y mejorar sus infraestructuras de conservación y utilización, optimizar los sistemas de gestión y transferencia, y reforzar la cooperación nacional e internacional. Asimismo, en los últimos años han aparecido nuevos retos como, entre otros, el papel que deben cumplir los recursos genéticos en la adaptación de la agricultura a los cambios del clima, el reconocimiento y aprovechamiento de los servicios ambientales prestados por la biodiversidad agrícola y los mecanismos para compensar a quienes la preservan y desarrollan, así como la creciente demanda por parte de los consumidores de productos diversos, seguros, de origen acreditado y de alto valor nutritivo.

**Resulta por tanto necesario enmarcar todas las medidas y acciones que se están tomando actualmente en una estrategia común que sirva a los intereses nacionales de conservación y utilización sostenible de nuestra biodiversidad agrícola, y que establezca medidas para los problemas que aún persisten y para los nuevos desafíos que ya se están presentando.** Esa estrategia debe disponer los mecanismos para una acción conjunta y coordinada de todas las partes involucradas (distintas administraciones públicas, agricultores, universidades, centros de investigación, ONGs, empresas privadas, etc.) y establecer prioridades, distribuir responsabilidades y asignar los recursos necesarios. Todo ello contribuyendo a las políticas y normativas vigentes en la materia, complementando las estrategias y programas nacionales existentes e incorporando las disposiciones derivadas de los compromisos internacionales asumidos por España y las futuras tendencias en la Política Agraria Comunitaria.

### 3. Recomendaciones: Una Estrategia Española para la Conservación y Utilización de la Biodiversidad Agrícola

---

#### 3.1 Finalidad y Objetivos

Una Estrategia Nacional para la Conservación y Utilización de la Biodiversidad Agrícola debería perseguir los siguientes objetivos generales:

- Lograr la conservación a largo plazo de los recursos genéticos para la alimentación y la agricultura y su amplia utilización en beneficio de la agricultura y la sociedad.
- Equilibrar la utilización sostenible de la biodiversidad agrícola, con la protección y restauración de los ecosistemas naturales y las especies amenazadas.
- Cumplimiento y desarrollo de los convenios y tratados internacionales ratificados por España y otros compromisos internacionales adquiridos en la materia.
- Fortalecer la cooperación nacional e internacional y la acción conjunta para la gestión de los recursos genéticos para la alimentación y la agricultura.

La Estrategia Nacional debería guiar y enmarcar todas las acciones y programas encaminados a la conservación y utilización de la biodiversidad agrícola. Debe fijar los principios y objetivos que deben regir las actuaciones subsiguientes y establecer la creación de nuevos mecanismos y herramientas cuando sea necesario. Asimismo, se debería contemplar la aplicación de los objetivos de los acuerdos e iniciativas internacionales en este ámbito como el Convenio de Diversidad Biológica, el Convenio de Cambio Climático, el Tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura, y el Programa de Trabajo Plurianual de la Comisión de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura de la FAO, entre otros. En este sentido será necesario considerar el desarrollo reglamentario y los mecanismos de aplicación de las medidas incluidas en estos instrumentos, como los sistemas y protocolos de acceso a los recursos genéticos y la distribución de los beneficios derivados de su utilización, y la aplicación de los derechos de los agricultores.

La Estrategia deberá incorporar asimismo los mecanismos adecuados para el reconocimiento de la labor de los agricultores, ganaderos y pescadores como guardianes primordiales de la biodiversidad agrícola y su contribución fundamental en el pasado, el presente y también en el futuro a la conservación, desarrollo y disponibilidad de la variedad de recursos genéticos. En este contexto, además habría que destacar el papel primordial de la mujer.

Esta Estrategia deberá estar integrada en las nuevas orientaciones derivadas del debate sobre “la Política Agraria Común más allá de 2013”. Especialmente, deberá contribuir al papel esencial que ha de jugar la agricultura en el uso sostenible de los recursos, la conservación de los hábitats naturales, la biodiversidad y la lucha contra el cambio climático y su capacidad para el abastecimiento de alimentos sanos, seguros y de calidad, en línea con el documento “Europa 2020: una estrategia para un crecimiento inteligente, sostenible e integrador”.

### 3.2. Proceso

Para que la Estrategia Nacional sea realmente eficaz debe ser elaborada mediante un proceso de diálogo entre todos los actores involucrados en la conservación y utilización de la biodiversidad cultivada en sus distintos subsectores (cultivos, animales, peces, microorganismos, especies forestales, etc.). La coordinación de la elaboración de la Estrategia corresponde principalmente al Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino por tener la competencia en este ámbito, pero además es esencial contar con la participación activa de, entre otros:

- Organismos relevantes de la Administración Central: Ministerio de Ciencia e Innovación, Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, Ministerio de Asuntos Exteriores y Cooperación, Ministerio de Fomento, así como Organismos Autónomos pertinentes (Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Agencia Española de Cooperación Internacional y Desarrollo).
- Comunidades Autónomas.
- Otras administraciones del Estado involucradas (Diputaciones, administraciones insulares, etc.)
- Asociaciones y organizaciones de productores (agricultores, ganaderos, pescadores, etc.)
- Empresas privadas de distintos sectores (mejora genética, producción de semillas, industria agroalimentaria) y sus asociaciones.
- Fundaciones (como la Fundación Biodiversidad) y organizaciones no gubernamentales especializadas (como la Red de Semillas).
- Centros públicos de investigación.
- Universidades.

### 3.3 Contenido

Con respecto al contenido, se deben considerar los siguientes elementos:

Diagnóstico extenso de la situación actual, con especial énfasis en las principales carencias y necesidades del sistema actual de conservación y utilización de la biodiversidad agrícola, y en las oportunidades y amenazas que se presentan para el futuro como el cambio climático.

- Medidas generales
  - Infraestructuras.
  - Sistemas de gestión.
  - Financiación.
- Enfoques sectoriales:
  - Plantas cultivadas y otras especies vegetales de interés para la alimentación y la agricultura.
  - Ganadería.
  - Recursos pesqueros.
  - Especies forestales.
  - Microorganismos de importancia para la alimentación y la agricultura.
  - Otros componentes de la biodiversidad de importancia para la alimentación y la agricultura.

- Temas transversales:
  - Acceso e intercambio de los recursos genéticos y aspectos relacionados con la propiedad intelectual.
  - Relaciones entre biodiversidad agrícola y cambio climático.
  - Relaciones entre biodiversidad agrícola y biodiversidad silvestre, incluyendo el punto de vista del ecosistema.
  - Relaciones entre biodiversidad agrícola y el desarrollo sostenible del medio rural.
  - Relaciones entre la biodiversidad agrícola y la agroecológica.
  - Análisis de la contribución de la biodiversidad agrícola como componente clave de la “riqueza de la nación”.
- Investigación, Desarrollo e Innovación. A este fin el Ministerio de Ciencia e Innovación, y en su caso, las correspondientes instituciones de las CCAA, deberían incluir la agrobiodiversidad como línea prioritaria de investigación.
- Creación de nuevos mercados y diversificación de productos.
- Cooperación internacional
- Formación, congresos y seminarios.
- Comunicación y divulgación, en especial aquélla dirigida los consumidores.

Para la aplicación de la Estrategia es necesario que se contemplen los siguientes:

- Mecanismos para la toma de decisiones de gestión con respecto a la Estrategia (Comisión Nacional, o similar).
- Mecanismos de cooperación inter-territorial, con representación de las Comunidades Autónomas.
- Mecanismos para el mejor aprovechamiento de la financiación existente y mecanismos adicionales de financiación.
- Mecanismos de coordinación y gestión administrativa de la Estrategia.
- Mecanismos de aplicación de la estrategia a corto-medio plazo (planes de actuación).
- Una red de infraestructuras que sustente la Estrategia.

## LOS RECURSOS FITOGENÉTICOS

---

De la Rosa, L.

Centro Nacional de Recursos Fitogenéticos (CRF), INIA. Alcalá de Henares, Madrid.

### 1. Introducción

---

El año 2010 ha sido declarado Año Internacional de la Biodiversidad. Esta declaración deriva del hecho de la necesidad de mejorar la concienciación política, social y ciudadana de la importancia de la diversidad biológica. En la actualidad nadie cuestiona su importancia como elemento esencial para permitir la existencia de los seres vivos sobre la Tierra y, desde un punto de vista más antropocéntrico, la de nuestra propia especie, puesto que el hombre emplea la biodiversidad tanto para servicios directos como la alimentación, usos medicinales o combustibles, como de forma indirecta para actividades como la conservación del agua, el mantenimiento de la calidad del aire o la regulación del clima. Todos estos servicios que nos proporciona el ambiente pasan por la conservación de la diversidad biológica. Los recursos fitogenéticos son una parte de ella que no puede olvidarse.

### 2. Recursos fitogenéticos, definición, clasificación y distribución

---

Se definen los recursos fitogenéticos (RFG) como la variabilidad genética del reino vegetal con valor para el presente o para el futuro. Según Esquinas Alcázar, (1993) se pueden clasificar en los siguientes grupos: especies cultivadas, incluyendo las variedades comerciales, actuales y obsoletas, las variedades tradicionales y los materiales de mejora y especies silvestres de uso directo, indirecto o potencial.

#### Variedades comerciales modernas

---

Son las variedades obtenidas a través de procesos de mejora dirigida, normalizadas y comercializadas. Se caracterizan por presentar altos rendimientos en sistemas de cultivo tecnificados en zonas concretas. Estas variedades constituyen un germoplasma de élite que se utiliza de forma preferencial en los programas de mejora. Como inconveniente es preciso señalar que estos materiales tienen una base genética estrecha debido por una parte a su alta uniformidad y por otra a la similitud de los objetivos en los procesos de mejora desarrollados en diferentes instituciones.

En las variedades comerciales se incluyen tanto las vigentes como las que ya han quedado obsoletas o han caducado en los registros de variedades comerciales o variedades protegidas. Para este segundo grupo es conveniente establecer medidas específicas de conservación puesto que estos cultivares, a veces seleccionados antes de la generalización de la agricultura tecnificada, pueden tener caracteres adaptivos cuya utilización puede ser interesante para cultivos de bajo coste o en zonas desfavorecidas.

#### Variedades locales

---

Las variedades locales de plantas cultivadas (“landraces” en inglés) presentan un interés especial pues sobre ellas han influido tanto el ambiente (clima, suelo, seres vivos...), como la acción humana (prácticas agrícolas, preferencias de cultivo, movimientos migratorios) para crear una variabilidad, que unida a la generada por los procesos de mutación espontánea y migración han permitido el desarrollo de materiales con una alta diversidad, sobre la que se han podido seleccionar variedades adaptadas a distintos agroecosistemas. La gran diversidad genética de estas variedades se localiza tanto a nivel intra como intervarietal. La heterogeneidad genética les ha conferido cierto nivel de estabilidad frente a oscilaciones climáticas estacionales o ataques de patógenos, características extremadamente importantes para agriculturas de subsistencia. Su productividad es, en general, baja puesto que han evolucionado en sistemas agrícolas primitivos, con bajos niveles de insumos y sometidos a presiones de selección que favorecen la rusticidad más que la productividad. Los caracteres de interés que apa-

recen en las variedades locales son muy diversos, desde caracteres de adaptación como resistencia a heladas, sequía o patógenos a factores de calidad o de adaptación a distintos usos y preparaciones, siendo en la actualidad muy demandadas como fuente de genes útiles en los sectores industriales y farmacéuticos. Todas estas particularidades de las variedades locales se engloban en la última definición del término enunciada por Love y Spaner en 2007.

Respecto a su utilización como fuente de genes se pueden citar algunos ejemplos. En últimos años 50, Norman Borlaug y su equipo transfirieron los genes de enanismo Rht1 y Rht2 desde una variedad local japonesa denominada ‘Norin 10’ a los trigos mejicanos, siendo esta la causa más importante del incremento de la producción del trigo en el mundo en los años 60 y 70 (Reitz, 1970). Entre las leguminosas, en una variedad local mejicana de judía conocida como ‘Garrapato’ se han localizado genes de resistencia a la clorosis foliar que se han transferido a múltiples variedades comerciales (Singh, 2001). En las hortalizas se puede citar la localización de resistencia a la roya blanca en variedades locales de col china y de repollo chino de diferentes orígenes (Santos *et al.*, 2009). Como otro punto de interés también hay que indicar que las variedades locales constituyen también una fuente inestimable de información a nivel científico para estudiar los procesos de evolución, adaptación y diferenciación de los cultivos.

En la actualidad está resurgiendo el interés por la recuperación de estas variedades en sistemas agrícolas que representan una alternativa a la agricultura tecnificada, como pueden ser la agricultura ecológica o la integrada, debido a la falta de adaptación de las variedades modernas a esos sistemas de cultivo. A esto hay que añadir que las variedades locales pueden ofrecer unas características de calidad organoléptica en cuanto a diversidad de sabores, aromas, aspecto, etc., que son valoradas cada vez más positivamente, al menos en un sector de población dentro del mundo desarrollado.

#### Materiales de mejora

Dentro de este apartado se incluyen las líneas obtenidas por los mejoradores de plantas como subproducto de sus programas. Las líneas de mejora suelen tener una base genética estrecha por estar originadas, en general, a partir de un número pequeño de genotipos. En esta categoría se incluyen también otros tipos de materiales, denominados en general stock genéticos (mutantes génicos, cromosómicos y genómicos, material intermedio de mejora, líneas de adición y sustitución...), que pueden tener valor en sí mismos o como intermediarios en procesos de mejora.

#### Especies silvestres de uso indirecto

En este apartado se incluyen las especies silvestres o asilvestradas relacionadas con los cultivos. El principal interés de estas plantas es actuar como donantes de caracteres de interés a las plantas cultivadas, destacándose entre ellos la tolerancia a condiciones adversas, factores de calidad y fundamentalmente resistencia a plagas y enfermedades, como queda de manifiesto en un estudio de Hajjar y Hodgkin de 2007 donde se concluye que en el 80% de los casos en los que se han utilizados los parientes silvestres de las plantas cultivadas (“crop wild relatives”, CWR), para los 19 cultivos más importantes a nivel mundial, ha sido para la búsqueda de resistencia en plagas y enfermedades. Como ejemplo destacado está el tomate, cultivo para el que se han localizado más de 40 resistencias en especies silvestres del género *Solanum* (Prescott-Allen y Prescott-Allen, 1986; Rick y Chetelat, 1995). En una variedad silvestre de cebada (*H. chilense*) se han encontrada multitud de genes de resistencia a distintos patógenos que se podrían transferir a trigo, especie con la que se ha hibridado y se ha obtenido un anfiploide denominado tritordeo (Martín *et al.*, 2010). En un futuro inmediato, la utilización de especies silvestres se enfocará hacia la búsqueda de resistencia a estreses abióticos como salinidad y sequía que están afectando ya a los cultivos actuales como una consecuencia visible del cambio climático que afecta a muchas zonas de producción.

Los congéneres silvestres de las plantas cultivadas han recibido, en general, menor atención en cuanto a conservación que los tipos cultivados. Con la excepción, quizás del trigo y el tomate, estas plantas están poco representadas en las colecciones de germoplasma, constituyendo un pequeño porcentaje de las muestras conservadas. Esto ha sido debido, por una parte, a que el mejorador recurre en último término al material silvestre, después de descartar las variedades cultivadas ya que, en un proceso convencional de mejora,

los cruzamientos con especies silvestres suelen presentar numerosos problemas y la eliminación de los caracteres indeseables asociados a estas plantas requiere un tiempo considerable. No obstante, estos inconvenientes se están resolviendo con el desarrollo de la biotecnología que permite que el espectro de plantas silvestres que pueden donar genes a las cultivadas se abra cada vez más y, por tanto, la necesidad de protección se extiende a grupos taxonómicos cada vez más alejado del pool genético primario de los cultivos.

Aunque se ha dado prioridad a la recolección y conservación de cultivares locales, las plantas silvestres emparentadas con las cultivadas también están desapareciendo, en muchos casos debido a factores como la extensión de las zonas agrícolas, la deforestación intensiva, la desertificación o la degradación y contaminación de los hábitats naturales en los que se desarrollan estas plantas. Por ello, en el plan de acción mundial de FAO recoge como actividad prioritaria la conservación de este tipo de material, especialmente mediante sistemas de conservación *in situ*.

#### Especies silvestres de uso directo

Son las especies silvestres que el hombre utiliza pero no cultiva, como son las plantas medicinales, aromáticas, ornamentales, rituales, pastos naturales o especies forestales. Un ejemplo de estos usos se puede consultar en la obra de Tardío *et al.* (2002) sobre las plantas silvestres comestibles de la Comunidad de Madrid. En esta categoría la erosión genética se produce contra el material más valioso que es el que se recolecta de forma preferente y por la erosión de los hábitats que ocupan estas especies. En muchos casos, el consumo de este material lleva consigo la destrucción de las semillas o de las plantas antes de que se desarrollen completamente y produzcan semillas, con lo que se realiza una selección negativa muy acusada. Un ejemplo de esta situación son las especies forrajeras de reproducción sexual, existentes en pastos naturales sometidos a explotación intensiva de las que los ejemplares más apetitosos para los animales se eliminan antes de la producción de semillas. Un proceso análogo puede ocurrir en especies forestales madereras en las que se talan primero los individuos de mejores características. En las especies forestales puede existir una erosión genética por sobre-explotación u otras causas, aunque probablemente la mayor amenaza, especialmente en los trópicos se produce por los procesos de deforestación.

Un grupo de especial importancia dentro de este apartado lo constituyen las plantas medicinales. Se han identificado alrededor de 20.000 especies para estos usos en las que basa su salud del 75 al 90% de la población rural mundial. Para estas especies, además de la conservación del material vegetal es extremadamente importante la conservación de la información sobre sus propiedades y usos, en muchos casos transmitida vía oral de una generación a la siguiente.

#### Especies silvestres de uso potencial

Son especies no empleadas actualmente pero con características que permiten suponer un uso en el futuro. Dentro de esta categoría se pueden citar como ejemplos:

- Especies con gran producción de biomasa y bajos requerimientos utilizables como fuentes de energía.
- Especies utilizables para fines industriales como obtención de papel
- Especies forrajeras para zonas áridas, herbáceas o arbustivas
- Especies ornamentales, aromáticas y medicinales
- Especies utilizables para fines medioambientales: recuperación de zonas degradadas, depuración de aguas residuales, etc.

#### Distribución de la diversidad vegetal

La riqueza que encierran las plantas mencionadas a lo largo de este apartado no se distribuye uniformemente por todas las regiones del Mundo. La mayor diversidad de plantas se localiza en las zonas tropicales y subtropicales de los países en vías de desarrollo, entre 25° y 45° de latitud. A. De Candolle (1883) fue el pionero en estudiar la distribución de las plantas cultivadas, aunque los primeros trabajos de amplia difusión se deben a N. Vavilov (1951), quien en la década de 1920-30 realizó un gran número de viajes de

recolección de plantas por gran parte del mundo. En función de los resultados obtenidos definió los centros de origen o genocentros como las áreas geográficas donde la diversidad genética es máxima. Los ocho centros vavilovianos son Centro Chino, Centro Indio, Centro de Asia Central, Centro del Cercano Oriente, Centro Mediterráneo, Centro Abisinico o Etíope, Centro de América Central y Méjico y Centro Sudamericano (Perú, Ecuador, Bolivia) con dos sub-centros el Chileno y el Brasileño. La teoría de los centros vavilovianos ha sido objetivo de algunas críticas porque se ha comprobado que no todos los centros de diversificación son centros de origen. Las modificaciones propuestas dieron lugar a nuevas teorías como las de los megacentros de Zhukovsky (1968, 1975), que definió 12 grandes áreas de origen que incluían zonas no contempladas por Vavilov o la teoría de los Centros-No centros de Harlan (1975), que diferenciaba tres zonas: Centro Oriente Próximo- No centro africano, Centro del Norte de China- No centro del SE Asiático y Centro Mesoamericano-No centro sudamericano

La aproximación más reciente se debe a Harlan, que diferencia 4 centros de origen con 10 centro de diversificación primaria y 8 de diversificación secundaria.

Como resultado de todos los estudio de origen y diversificación de los cultivos, aplicando tanto los métodos arqueológicos como lingüísticos, actualmente se propone la existencia de 4 cunas de la agricultura: Tailandia (13000 años a.C.), Oriente Próximo (8000 años a. C.), Méjico (8000 años a.C) y Perú (7000-8000 años a.C.)

### **3. Erosion genética y acciones de conservación de los recursos fitogenéticos**

La erosión de los recursos genéticos de plantas, y especialmente de las variedades locales que han constituido la base de la producción agraria hasta tiempos recientes, tiene consecuencias muy negativas sobre la estabilidad de la producción agraria y la seguridad alimentaria. Como dato ilustrativo se puede mencionar que de las aproximadamente 250000 especies de plantas vasculares que se han descrito, 30000 son comestibles y que al menos 7000 especies se han cultivado o recolectado (FAO, 1998). En la actualidad se cultivan unas 150 especies, de las que sólo 30 proporciona al menos el 90% de las necesidades calóricas humanas, y sólo un limitado número de variedades de 4 de estas especies (trigo, patata, arroz, maíz) constituye el 60% de nuestra alimentación. La vulnerabilidad del sistema agrícola debido a esta pérdida de diversidad se puede ilustrar con varios ejemplos clásicos: la plaga de *Phytophthora infestans* (tizón tardío de la patata), que asoló Europa, especialmente Irlanda, entre 1845-50 y produjo una caída drástica de la producción de patata, causando una terrible hambruna, la muerte de 2 millones de irlandeses y migraciones masivas América. La virulencia de la infestación fue debida a la estrecha base genética de las patatas cultivadas en aquel momento en el continente. Otros ejemplo es la plaga de *Helminthosporium maydis* (tizón de las hojas de maíz) destruyó más de la mitad de los maizales del sur de USA en la década de 1970. Como tercer ejemplo se puede citar el ataque de roya a los cultivos de caña de azúcar de Cuba en los años ochenta del siglo pasado.

Desde mitad del siglo XX la comunidad internacional no es ajena al problema que supone la erosión acelerada de la biodiversidad. A partir de los años 40, los organismos internacionales, especialmente la FAO, empezaron a preocuparse por la pérdida de recursos genéticos en el mundo. En 1965 la FAO creó el “Cuadro de Expertos en Prospección e Introducción de Plantas”, que se ocupaba principalmente de cultivos y asesoró a la FAO, hasta 1974, sobre recolección, conservación e intercambio de germoplasma. En 1968 se creó el “Cuadro de Expertos en RG Forestales”.

En 1972 el Grupo Consultivo Internacional de Investigación Agraria decidió hacer frente a los problemas económicos derivados de la gestión de los recursos genéticos, creando el Consejo Internacional de Recursos Genéticos (IBPGR, actualmente BIOVERSITY) como un organismo no gubernamental, autónomo y con presupuesto propio y con sede en Roma. Desde entonces ha sido el responsable de promover actividades de recolección, conservación, caracterización, evaluación y documentación. También es responsable de tareas de formación, organización de cursos y publicaciones sobre el tema, entre ellos listados de caracterización, informes de conferencias y reuniones. Paralelamente a estas actividades han sido muy numerosas las organizaciones internacionales, regionales, nacionales y privadas que han creado y reforzado programas orientados a la salvaguarda y utilización de recursos genéticos.

España debido a su diversidad geológica y ambiental es, probablemente, el país europeo con mayor riqueza genética. A manera de ejemplo se puede mencionar que su costa sureste forma parte de uno de los ocho grandes centros geográficos de diversidad (Vavilov, 1951). También tiene importancia el hecho de haber sido históricamente zona de paso de diversas civilizaciones y punto de difusión hacia Europa de los cultivos llegados del Nuevo Continente desde de 1492 (FAO, 1992).

En nuestro país las primeras acciones formales en cuanto a conservación de recursos fitogenéticos se iniciaron a finales de la década de los 70 del siglo XX, principalmente dentro del INIA-MAPA y con un fuerte apoyo de FAO y de IBPGR. En esa época se realizaron las primeras recolecciones sistemáticas de germoplasma y se creó en el INIA el primer banco de semillas de especies cultivadas, emplazado en el denominado CRIDA-06, en la finca “El Encín” (Alcalá de Henares). Con anterioridad, en diversos Centros de Investigación y Universidades existían ya colecciones importantes recolectadas y conservadas por mejoradores y científicos, entre los que se pueden destacar el banco de semillas de especies silvestres creado en la E.T.S. de Ingenieros Agrónomos de Madrid en 1966 por el Profesor César Gómez-Campo, la labor realizada por el antiguo Instituto de Cerealicultura durante la primera mitad del siglo XX y la colección de vides de “El Encín”, establecida en 1949 y que recogió antiguas colecciones de distintas instituciones y zonas, algunas de ellas conservadas desde el siglo XIX.

La conservación de recursos fitogenéticos se reguló en 1981 mediante la Orden Ministerial de 5 de Marzo del Ministerio de Agricultura, sobre “Conservación y utilización del patrimonio vegetal”. En esta orden, el banco de semillas del “El Encín” se establece como Centro de Conservación de Recursos Fitogenéticos (CCRF) y se contempla la constitución de una red de instalaciones de conservación de recursos fitogenéticos, dependiente del INIA y coordinada por una Comisión Interministerial. Entre 1981 y 1984 comienza a establecer el estado de las autonomías, transfiriéndose las competencias de investigación a las Comunidades Autónomas. Aunque los Centros Regionales de Investigación y Desarrollo Agrario pasaron a depender de los Gobiernos Autonómicos, el CCRF permaneció dentro del INIA y posteriormente fue trasladado a su ubicación actual en la finca “La Canaleja”. La O.M. de 1981 fue derogada por la O.M. de 23 de abril de 1993 en la que se creaba el “Programa de Conservación y Utilización de Recursos Fitogenéticos”, estableciéndose sus objetivos, directrices y normativa. Se creó entonces el Centro de Recursos Fitogenéticos (CRF) dependiente de la Subdirección General de Investigación y Tecnología del INIA, organismo autónomo del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación y actualmente englobado en el Ministerio de Ciencia e Innovación. Finalmente la Ley 30/2006 de de semillas y plantas de vivero y de recursos fitogenéticos armoniza la normativa nacional con los compromisos internacionales adquiridos por España como es el Tratado Internacional sobre Recursos Fitogenéticos para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 2001), además de incluir estos materiales en una normativa con rango de ley.

Los principales cometidos del CRF (actualmente Centro Nacional de Recursos Fitogenéticos) son, en el ámbito nacional, ser el centro de conservación de duplicados de la colección base de la red española y centro de documentación de esta red, siendo responsable del mantenimiento del Inventario Nacional de Recursos Fitogenéticos (<http://wwwx.inia.es/webcrf>) que en la actualidad (Septiembre 2010) incluye más de 70000 registros de entradas conservadas en más de 30 instituciones. Como banco de germoplasma gestiona las colecciones activas españolas de cereales y leguminosas grano.

#### **4. Métodos de conservación de recursos fitogenéticos**

La conservación de la diversidad biológica puede abordarse en tres niveles jerárquicos, genes, organismos y ecosistemas. Los genes no se mantienen de forma individual, sino que están integrados formando grandes agrupaciones interrelacionadas y reguladas dentro de organismos, que a su vez constituyen parte del acervo genético de la especie a la que pertenecen, que interrelaciona con otras especies dentro del ecosistema. Por esto parece lógico pensar que si se conserva el nivel jerárquico de organización máximo –ecosistema–, se conservaría todos sus componentes y las relaciones entre todos ellos. Si se considera sólo la parte biótica, su conservación se puede abordar desde dos estrategias distintas *in situ* o *ex situ*.

La conservación *in situ* implica la protección de las zonas donde las especies de interés crecen de forma espontánea y han adquirido sus características distintivas, o en las que se cultivan tradicionalmente. Algunas figuras de conservación *in situ* para especies silvestres son los parques nacionales, los parques naturales, los espacios protegidos y las microrreservas. En el caso de las plantas cultivadas este tipo de conservación incluye el mantenimiento de los agrosistemas (conservación *on farm*). La gran ventaja de este sistema de conservación es que las plantas siguen evolucionando y co-evolucionando con el ecosistema, incluidas las plagas y enfermedades que las afectan de forma habitual

La conservación *ex situ* se basa en el mantenimiento de colecciones de plantas fuera del lugar de procedencia. Los métodos más habituales son: los bancos de semillas, las colecciones de campo, las colecciones mantenidas *in vitro*, la crioconservación, los jardines botánicos y los bancos de polen y de ADN. Estas técnicas son adecuadas para la conservación de especies cultivadas y especies silvestres, emparentadas o no con las plantas cultivadas. La conservación *ex situ* presenta ventajas de tipo práctico ya que al concentrarse los materiales se reducen los costes de conservación, se facilita el control, la caracterización y el acceso de los usuarios (Pistorius, 1997), por estos motivos es el sistema más extendido. En el Borrador sobre el 2º Informe Mundial sobre el Estado de los Recursos Fitogenéticos (FAO, 2009) ilustra este hecho, citando la existencia de aproximadamente siete millones y medio de entradas conservadas en bancos de germoplasma.

En los últimos años hay un movimiento generalizado en el ámbito científico internacional (Maxted et al., 1997) hacia la conservación *in situ*, tanto de especies silvestres como cultivadas, manteniendo las variedades en los sistemas agrícolas tradicionales, aunque lo más correcto debería ser considerar que cada uno de los sistemas presenta una serie de ventajas e inconvenientes, por lo que la estrategia más adecuada sería contemplarlos y utilizarlos como complementarios y no como opuestos.

#### Bancos de germoplasma

Como ya se ha indicado, es el sistema que se utiliza mayoritariamente en la conservación de recursos fitogenéticos. En ellos se pueden conservar plantas vivas (colecciones de campo y jardines botánicos), explantos, semillas, polen o fragmentos de ADN. A continuación se detallan los sistemas más extendidos.

#### Bancos de semillas

La conservación por semillas es el método más utilizado en los bancos de germoplasma, siendo el más eficaz, económico y seguro para la conservación de las especies propagadas por semillas que toleran bien la desecación, categoría que incluye la mayoría de especies de zonas templadas y muchas de zonas tropicales o subtropicales. La conservación por semillas implica la recolección de muestras y su transferencia a un banco de germoplasma, donde son almacenadas en condiciones de baja temperatura y baja humedad interna. El número de semillas almacenadas debe ser el adecuado para garantizar el mantenimiento de la integridad genética de la población y el suministro a los usuarios. La viabilidad de las muestras debe ser inicialmente elevada para impedir procesos de envejecimiento prematuro. Para aumentar el número de semillas o rejuvenecer la muestra conservada se recurre a procesos de multiplicación o regeneración en campo.

Las Normas para bancos de genes (FAO/IPGRI 1994) recomiendan como condiciones más adecuadas para la conservación de colecciones de semillas a largo plazo, un contenido de humedad de la semilla de 5+2% y una temperatura de -18°C. Como un mínimo estricto para el tamaño de muestra se da la cifra de 1000 semillas viables. La viabilidad de las muestras originales debe ser superior al 85% y se recomiendan en principio revisiones de viabilidad cada 10 años. Para la conservación de colecciones a medio plazo las condiciones de almacenamiento son menos estrictas, sobre todo en lo que se refiere a la temperatura.

La crioconservación o conservación a temperaturas ultrabajas puede constituir, en algunos casos, una alternativa de conservación a largo plazo muy interesante, particularmente en especies ortodoxas con semillas de longevidades no muy altas o en las que los procesos de regeneración en campo son

complicados (p.e. especies silvestres). Estas especies admiten la desecación hasta contenidos de humedad muy bajos, por lo que la introducción directa en nitrógeno líquido no presentaría ningún problema y, en principio, este método prolongaría indefinidamente el periodo de conservación, al detener los procesos metabólicos causantes del envejecimiento de las semillas.

Por otra parte, en semillas recalcitrantes la criopreservación sería el único método factible para la conservación a largo plazo, aunque los estudios realizados a este respecto son todavía limitados. En general, estas semillas son demasiado grandes como para contemplar la criopreservación de la estructura completa, por lo que los trabajos llevados a cabo se han hecho en general con embriones o ejes embrionarios.

#### Conservación en campo

La conservación de germoplasma en campo implica la recolección de material su transferencia y plantación. Este tipo de conservación ha sido la utilizada tradicionalmente para las especies que no producen semillas o poseen semillas recalcitrantes y para aquellas especies de reproducción vegetativa en las que interesa el mantenimiento de material clonal. Entre los cultivos que se conservan en colecciones de este tipo se pueden mencionar la patata, la mandioca, el ñame, la batata, la yuca, el plátano y los árboles frutales en general.

Las colecciones de plantas se mantienen en el campo, regenerándolas periódicamente en función de la duración del ciclo de la planta. Los inconvenientes de este tipo de conservación son la necesidad de grandes extensiones de terreno, especialmente si se trata de árboles, y los elevados costes de mantenimiento. El riesgo de pérdidas por ataque de plagas o enfermedades, vandalismo, anomalías climáticas u otros accidentes naturales es también mayor que en otros tipos de conservación.

La principal ventaja de las colecciones de campo es su disponibilidad permanente, con lo que el material está fácilmente accesible para su utilización y puede ser evaluado a la vez que se realiza la conservación.

#### Conservación *in vitro*

La conservación *in vitro* constituye una alternativa a las colecciones de campo y se utiliza ampliamente en especies propagadas vegetativamente o con semillas recalcitrantes. Se basa en el mantenimiento de explantos en un medio nutritivo estéril, bajo condiciones controladas. Entre sus ventajas se pueden citar la alta tasa de multiplicación, el mantenimiento del material vegetal libre de patógenos y los bajos requerimientos de espacio frente a las colecciones de campo. En la actualidad estas técnicas se utilizan de forma sistemática en la conservación e intercambio de germoplasma de especies como la patata, la yuca o el plátano.

Los principales inconvenientes del cultivo *in vitro* son la necesidad de desarrollar protocolos específicos para cada una de las especies, su coste relativamente alto y el riesgo de cambio genético en las muestras (variación somaclonal). Las estructuras vegetales de partida utilizadas para el almacenamiento *in vitro* han sido preferentemente los ápices y los meristemas. El intervalo entre repicados se alarga disminuyendo el crecimiento de los cultivos mediante diversos sistemas, si bien el más utilizado es la reducción de la temperatura ambiente junto con el uso de un medio pobre en nutrientes.

La criopreservación en nitrógeno líquido de material cultivado *in vitro* es una alternativa de almacenamiento a largo plazo muy prometedora. En especies propagadas vegetativamente la criopreservación se ha realizado con éxito en especies cultivadas por sus raíces o tubérculos, árboles frutales y ornamentales, tanto de zonas tropicales como templadas. Los protocolos basados en la vitrificación (desecación parcial y congelación rápida) han sido los más utilizados. Hasta el momento no existen muchos casos de criopreservación a gran escala de germoplasma de reproducción vegetativa, siendo probablemente la patata el ejemplo más representativo, aunque se están realizando numerosos estudios de tipo experimental sobre diversas especies y es probable que en el futuro aumente considerablemente el empleo de la criopreservación en especies para las que los protocolos de cultivo de tejidos estén puestos a punto.

## Conservación en jardines botánicos o arboretos

Históricamente los jardines botánicos han sido instituciones de conservación de ejemplares de especies de plantas muy diversas, con fines de recreo y de realización de estudios taxonómicos y botánicos. El número de individuos por especie que suele conservarse es muy reducido, por lo que la conservación de la variación intraespecífica es muy limitada, aunque en los últimos años ha habido un movimiento hacia el establecimiento de unidades de conservación en estas instituciones. En 1987, la IUCN estableció el secretariado para la conservación en jardines botánicos (BGCS) con el fin de estimular la tarea específica de conservación de recursos fitogenéticos en los mismos. Así, actualmente muchos jardines botánicos conservan adicionalmente colecciones de semillas o colecciones *in vitro* principalmente de especies silvestres.

### 5. Recursos genéticos de la zona atlántica en el Inventario Nacional de Recursos Fitogenéticos

Ya se ha mencionado que el Inventario Nacional de Recursos Fitogenéticos incluye la información relativa a datos de pasaporte de las variedades conservadas en los centros que forman la red de colecciones del programa nacional, incluyéndose más de 70.000 entradas conservadas en 34 colecciones repartidas por todo el país. Por otro lado es indudable la importancia de la diversidad vegetal tanto en Galicia como en su Zona Atlántica. Centrando la búsqueda de información en la zona objetivo del Seminario AGROFOR, se extrae la siguiente información: hay tres instituciones localizadas en Galicia que participan en el programa que son la Misión Biológica de Galicia del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, que conserva colecciones de judía, brásicas, maíz y guisante; el Centro de Investigación Forestal de Lourizán de la Xunta de Galicia, que mantiene una colección de castaños y el Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo, también de la Xunta de Galicia que conserva colecciones de maíz, peral, manzano y especies pratenses.

En cuanto al número de muestras conservadas en función de su origen se dispone de información de 4537 entradas recolectadas en Galicia siendo la distribución por provincias la siguiente: 1293 en A Coruña, 1239 de Lugo, 1056 en Orense y 876 en Pontevedra. Por grupos de cultivos la mayor representación es la de especies forrajeras con casi 1200 entradas de géneros como *Dactylis*, *Lolium* o *Agrostis*; leguminosas, principalmente judía, altramuza y guisante con 781 entradas y frutales (manzanos y perales) con 718 entradas. La colección de cereales de primavera, con 718 muestras de maíz es una de las más importantes a nivel nacional; también es importante la colección de hortícolas, con 504 entradas de las que 410 corresponden a distintas variedades de brásica (col, nabicol, nabo, repollo). Entre los cereales de invierno, de los que se dispone información de 311 entradas, la especie más representada es el centeno. En el Inventario Nacional de Recursos Fitogenéticos hay poca información sobre las especies de uso forestal que están documentadas en otras bases de datos por lo que sólo se dispone de información sobre la colección de castaños conservada en Lourizán. Para terminar esta enumeración hay que mencionar que también se dispone de datos de 73 entradas de vid gallegas conservadas en la colección de "El Encín" de la Comunidad de Madrid, de 49 entradas de especies silvestre y de pequeñas colecciones de plantas de uso industrial y de plantas aromáticas y medicinales. La información detallada de estos materiales se puede consultar en el Inventario Nacional ([www.inia.es/webcrf](http://www.inia.es/webcrf))

### 6. Conclusiones

El planeta Tierra está sometido a un ritmo de erosión muy elevado. Se han publicado datos que indican que para la mitad del presente siglo se habrán perdido 40.000 especies y que se pierden 11 millones de hectáreas de bosques al año a causa de la deforestación, por incendios y otros fenómenos. Dentro de 200 años, si no se pone freno a estos desastres, la tierra será un planeta improductivo.

Las acciones de conservación que se han iniciado son mecanismos necesarios pero no suficientes, es necesario conservar recursos genéticos desde el nivel de ecosistema al de segmento de ADN, pues son muchas las nuevas utilizaciones que con el uso de la biotecnología se pueden plantear.

La salvaguarda de los RG ex situ e in situ, es un elemento clave para asegura la parada o el retroceso en los procesos de erosión de la diversidad genética, causados por la falta de compromiso del hombre hacia la naturaleza. La cooperación internacional en esta materia es una necesidad y dicha cooperación debe contribuir a una distribución más justa y equitativa de los beneficios derivados del uso de los recursos fitogenéticos.

## Referencias

- De Candolle, A. 1883. *Origine des plantes cultivées*. Ed.1. Germer Baillière, 379 p. París.
- Esquinas-Alcázar, J.T. 1993. La diversidad genética como material básico para el desarrollo agrícola. *En: La Agricultura del siglo XXI*. Ediciones Mundi- Prensa, Madrid.
- FAO. 1992. *Cultivos marginados. Otra perspectiva de 1492*. Hernández Bermejo, J.E y León, J. Edita F.A.O. Roma y Jardín Botánico de Córdoba.
- FAO/IPGRI. 1994. *Normas para bancos de genes*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Roma.
- FAO.1998. *The state of the world's plant genetic resources for food and agriculture*. FAO. 2001. *El tratado internacional sobre los recursos fitogenéticos para la agricultura y la alimentación*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- FAO. 2009 *Draft of the second report on the State of the World's Plant Genetic Resources for Food and Agriculture*. FAO, Roma.
- Hajjar, R., Hodgkin, T. 2007. The use of wild relatives in crop improvement: a survey of developments over last 20 years. *Euphytica* 156: 1-13.
- Harlan, R.J.1975. *Crop and man*. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin.
- Love, B., Spaner, D. 2007. Agrobiodiversity: Its value, measurement and conservation in the context of sustainable agriculture. *J. Sustain. Agr.* 31: 53-82.
- Maxted, N., Ford-Lloyd, B.V., Hawkes, J.G. 1997. Complementary conservation strategies. Pp 15-39. In N. Maxted, B.V. Ford-Llioid, J.G. Hawkes (eds.). *Plant Genetic Conservation, the in situ approach*. Chapman and Hall, London.
- Martín, L.M., Álvarez, J.B., Martín, A.C., Martín, A. 2010. Introgresión e incorporación de genes desde especies silvestres. *En: Carillo J.M., Díez, M.J., Pérez de Vega, M. y Nuez, F. (eds) Mejora genética y recursos fitogenéticos: "Nuevos avances en la conservación y utilización de recursos fitogenéticos"*. MARM, Madrid.
- Pistorius, R. 1997. Scientists, plant and politics. A history of the plant genetic resources movement. International Plant Genetic Resources Institute, Roma.
- Prescott-Allen, C., Prescott-Allen, R. 1986. *The first resource: wild species in the North American economy*. Yale University, New Haven.
- Reitz, L. P. 1970. New wheats and social progress. *Science* 169: 952-955.
- Rick, C., Chetelat, R. 1995. Utilization of related wild species for tomato improvement. *Actas Hortic.* 412: 21-38.
- Santos, M.R., Silva, M.J., Ferreira-Pinto, M.M. Días, J.S. 2009. Identification of sources and inheritance of resistance of Chinese Brassica vegetables to white blister. *Plant Breed.* 128: 640-644.
- Singh, S.P. 2001. Broadening the genetic base of common vean cultivars: A review. *Crop Sci.* 41: 1659-1675.
- Tardío, J, Pascual, H, Morales, R. 2002. *Alimentos silvestres de Madrid. Guía de plantas y setas de uso alimentario tradicional en la Comunidad de Madrid*. Ediciones La Librería. Madrid.
- Vavilov, N.I. 1951. *The origin, variation, immunity and breeding of cultivated plants*. The Ronald Press Co. New York.
- Zhukovsky, P. M. 1968. New centres of origin and new gene centres of cultivated plants, including specifically endemic microcentres of species closely allied to cultivated species. *Botanical Journal (Moscow)* 53: 430-460.
- Zhukovsky, P. M. 1975. *World gene pool of plants for breeding. Mega-genecenters and endemic micro-genecenters*. USSR Academy of Sciences, Leningrad.

## 2010, AÑO INTERNACIONAL DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA

Martínez Fernández, A. M.

IES Sánchez Cantón. Pontevedra

### Introducción

Las Naciones Unidas han declarado el año 2010 como Año Internacional de la Biodiversidad para concienciar sobre la importancia de conservar el medio ambiente y de las amenazas que sufre la diversidad biológica.

En esta sesión se pretende concienciar a los alumnos de la importancia de conservar todo el conjunto de vida de nuestro planeta, y de las amenazas que la actividad humana puede provocar sobre la biodiversidad.

La sesión consta de dos fases, en la primera se hará una presentación en la que se partirá desde cómo aparecen nuevas especies, hasta las áreas protegidas de España, pasando por temas como el valor de la biodiversidad, el árbol de la vida, los ecosistemas amenazados, las especies invasoras, el cambio global, etc. En la segunda fase se hará una presentación de cuatro posters digitales sobre: 2010 Año de la Biodiversidad, la Agricultura, la Pérdida de Biodiversidad y las Grandes Extinciones. Con ellos se quiere introducir a los alumnos en las nuevas tecnologías de la información y la comunicación (TIC), de una manera visual y, en algún caso, auditiva.

### Pósters digitales

#### AÑO DE LA BIODIVERSIDAD



#### LA AGRICULTURA



### LA PÉRDIDA DE BIODIVERSIDAD



### LAS GRANDES EXTINCIONES



## BIODIVERSIDAD DE CULTIVOS EN LA ZONA ATLÁNTICA

---

Ordás, A.

Misión Biológica de Galicia (CSIC). Pontevedra.

### 1. Introducción

---

La domesticación de los cultivos comenzó en el Neolítico, cuando nació la agricultura. Hace unos 8.000 ó 10.000 años, en las riberas del Tigris, el hombre abandonó la vida nómada y se estableció en aquellos lugares que le permitían practicar la agricultura. El ser humano pasó de recolector a cultivador en cuanto descubrió que sembrando las semillas de algunas plantas no tenía necesidad de desplazarse para la búsqueda de alimento. Así, hace unos 7.000 años algunos cultivos actuales ya estaban domesticados y firmemente establecidos en diversas áreas del planeta: trigo, cebada y guisante en Oriente Medio, arroz, mijo y soja en el Lejano Oriente, y maíz, judía y calabaza en México. Pero veamos con un poco más de detalle como tuvo lugar, seguramente, este proceso de domesticación.

Algunos de aquellos primitivos seres humanos se dieron cuenta de que las semillas de plantas que usaban como alimento, al caer al suelo, daban lugar a plantas iguales a aquéllas que empleaban para su sustento. Entonces resultaba más fácil sembrar granos en una zona favorable para la vida que andar vagando en busca de alimento. Así se podía situar la familia o el clan en una zona favorable, con agua, en la que se construía una vivienda fija, más confortable que una gruta; también se podía hacer una empalizada u otro tipo de barrera para evitar a los animales peligrosos. En suma, estaba naciendo la agricultura y, ligado a ella, la humanidad sedentaria. Se calcula que se han domesticado unos 230 cultivos que pertenecen a 180 géneros y 64 familias (Acquaah, 2007). Cuatro familias (gramíneas, leguminosas, crucíferas y solanáceas) destacan sobre las demás.

Este proceso de domesticación de las plantas (seguido pronto probablemente por la de animales) supuso una tremenda revolución, pero también produjo consecuencias desfavorables. Una especie vegetal, para sobrevivir en la naturaleza necesita tener una gran cantidad de variabilidad genética, pero el hombre primitivo, al domesticar una especie, eliminó una gran parte de dicha variabilidad, especialmente la que favorecía a la especie su multiplicación en la naturaleza sin la intervención del hombre. Así, por ejemplo, caracteres que las plantas silvestres necesitaban para su supervivencia como la fragilidad del raquis, la dehiscencia y latencia de las semillas, la floración y maduración espaciadas en el tiempo, etc., fueron eliminados ya que suponían un lastre para el cultivo. Las especies cultivadas se hicieron mucho más homogéneas que sus antecesoras silvestres. Pero esta homogeneidad creció de modo espectacular con la llamada mejora científica que se desarrolló, sobre todo, a partir de 1900, con el descubrimiento de las Leyes de Mendel. La homogeneidad que tiene una moderna variedad cultivada, en que todas las plantas son iguales entre sí, es debida a su extrema falta de variabilidad genética. Y esta falta de variabilidad genética es la causa de graves riesgos de vulnerabilidad genética. Veamos un ejemplo.

Un caso muy conocido de vulnerabilidad genética fue la epidemia de *Helminthosporium maydis* que asoló el maíz del Corn Belt norteamericano en 1970. El *Helminthosporium maydis* es un hongo que habitualmente produce unas pequeñas pústulas en la planta sin mayor importancia. Aquel año, sin embargo, antes incluso de la floración, las pústulas empezaron a crecer y a cubrir, primero las hojas y después, hasta acabar por secarla, la planta completa. Las pérdidas en algunos condados del Corn Belt, la primera zona maicera del mundo, fueron enormes. Pronto se descubrió que había aparecido una nueva raza del patógeno (la raza T), extremadamente virulenta sobre un tipo de citoplasma (el T, de ahí su nombre) que era mayoritario en los híbridos cultivados entonces. En las colecciones de germoplasma existía afortunadamente otro citoplasma (el N, inmune al ataque de la raza T del hongo), con lo que un par de años se pudo ofrecer a los agricultores semilla producida sin el citoplasma T y, por lo tanto, resistente al hongo. Podemos especular en lo que habría podido suceder si todo el maíz del mundo llevara el citoplasma susceptible a *Helminthosporium maydis*. No sería muy descabellado pensar que la especie habría podido estar en peligro, incluso, de desaparecer. Dada la importancia de la agricultura norteamericana, y del maíz dentro de ella, este hecho tuvo una gran repercusión mundial.

## **2. La conservación de la biodiversidad**

---

Una agricultura potente se basa en semillas de alta productividad combinadas con unas técnicas de cultivo adecuadas. Al principio de la agricultura, y durante muchos siglos, el propio agricultor era el mejorador. Con el advenimiento de la agricultura científica apareció la especialización y la selección de las semillas pasó a ser competencia de los mejoradores profesionales. Para poder desarrollar esas semillas de alta productividad, es fundamental que el mejorador disponga de la mayor cantidad posible de variabilidad genética del cultivo en cuestión. Si bien mucha de esa variabilidad se ha perdido, aún se conserva mucha, bien en los bancos de germoplasma, bien en manos de los agricultores.

Un programa de conservación de diversidad vegetal tiene dos objetivos fundamentales: almacenar la mayor cantidad posible de variabilidad de cada especie a fin de reducir los peligros de vulnerabilidad genética y proporcionar a los mejoradores (contemporáneos o futuros) un conjunto de genotipos para sus programas de selección. Para conseguir una mayor eficiencia la FAO recomendó en 1973 que los centros de conservación de diversidad (comúnmente llamados bancos de germoplasma) debían comprender colecciones base y colecciones activas. Consecuentemente, se llaman bancos base los que mantienen colecciones del primer tipo y bancos activos los segundos. Colección base es aquella que mantiene las muestras en condiciones tales que permiten asegurar su conservación a largo plazo. Un banco base no se encarga de la distribución de material, salvo en circunstancias extremas. Los bancos activos conservan sus colecciones a medio plazo (un duplicado de cada una de las cuales debe depositarse en el banco base) y de ellos salen las muestras para uso de los mejoradores.

Los esfuerzos de Vavilov en la década de 1920 condujeron a la creación de un gran banco de germoplasma en Rusia. Muchas de sus colecciones aún están disponibles en San Petersburgo, si bien, debido a circunstancias que no viene al caso comentar, su estado es, en bastantes casos, desastroso.

En Estados Unidos la conservación de germoplasma vegetal comenzó en el siglo pasado como consecuencia de la necesidad de regular las introducciones de semillas. En 1897 se creó la Office of Foreign Seed and Plant Introduction que estableció el conocido sistema de numeración PI (Plant Inventory) con la asignación en 1898 del PII.

En Europa Occidental son de destacar los esfuerzos de EUCARPIA (European Association for Research on Plant Breeding) desde 1960 que condujeron a la creación de bancos de genes en Bari (Italia) y Braunschweig (Alemania).

En España existen colecciones activas de plantas cultivadas en varios Institutos del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, de las Universidades y de los Servicios de Investigación Agraria de las Comunidades Autónomas. El Ministerio de Agricultura (actualmente Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino) mantiene un Centro de Recursos Fitogenéticos en Alcalá de Henares (que funciona como banco base para todo el país) y comenzó en 1994 un Programa de Conservación y Utilización de Recursos Fitogenéticos abierto a todos los grupos de investigación que mantienen colecciones vegetales.

## **3. La situación en Galicia**

---

Los principales cultivos de Galicia, de acuerdo a la extensión ocupada (siempre que dicha extensión sea superior a 2.000 hectáreas) se exponen en la Tabla 1. Dado que el principal objetivo de este trabajo es el estudio de la biodiversidad de un modo general, algunos cultivos (maíz, brásicas y judías) aparecen agrupados. Algo que llama la atención es que tres de los ocho cultivos (concretamente maíz, patata y judías) son de origen muy reciente ya que antes del descubrimiento de América su existencia en Europa era desconocida. Si tenemos en cuenta que las praderas polifitas no son alimento humano, es evidente que el Nuevo Continente ha aportado mucho a la cocina gallega. Otro aspecto que hay que considerar es que las cifras citadas en la Tabla 1 son cifras “oficiales”. ¿Qué quiere decir esto? Quiere decir que en muchos cultivos las cifras reales son, con toda seguridad, mucho mayores ya que las pequeñas superficies de maíz, judías verdes, etc., que hay al lado de las casas no están contabilizadas.

¿Cuál es la situación de estos cultivos actualmente? O mejor dicho, ¿cuál es actualmente la situación del germoplasma de esos cultivos desde el punto de vista de su conservación? Debido a la gran extensión del minifundio en Galicia, aún se conservan variedades tradicionales en manos de muchos agricultores, aunque en muchos casos esas variedades (especialmente en el caso de las especies alógamas) son la mezcla de una antigua variedad “del país” con variedades selectas cultivadas por los vecinos. Y esto en el mejor de los casos ya que mi experiencia de recolector de germoplasma de maíz me ha hecho ver que, en bastantes ocasiones, la variedad que un agricultor tenía (y que decía que era “la de la casa”) consistía en una generación avanzada de un híbrido que, en su día, había comprado y que había seguido cultivando sin renovar la semilla. Había merma de producción, por supuesto, pero este tipo de agricultor minifundista, que en muchos casos tiene la agricultura como una actividad a tiempo parcial, no suele tener mucha preocupación por ello.

Pero además de estas variedades en manos de los agricultores, los centros de investigación agrarios gallegos se han preocupado desde hace muchos años por la recogida, conservación y caracterización de los principales cultivos de la comunidad. Destacan especialmente el Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo (CIAM) (Tabla 2) y la Misión Biológica de Galicia (MBG) (Tabla 3), el primero dependiente de la Xunta de Galicia y la segunda perteneciente al Consejo Superior de Investigaciones Científicas, organismo del Ministerio de Ciencia e Innovación, que mantienen colecciones activas. Como se puede observar del examen de las tablas 2 y 3, entre el CIAM y la MBG se conserva el germoplasma de los principales cultivos de Galicia, con la excepción de la patata, cultivo que, por sus peculiaridades, es muy difícil, si no imposible, de conservar en las condiciones agroambientales de ambos centros.

De la colección del CIAM hay que destacar el gran número de entradas de ecotipos pratenses, que hace que ésta sea la mejor, si no la única, colección de estas especies de zonas húmedas en toda España. Esa colección se enriqueció en 2005 con la cesión en 2005 de la gran colección de ecotipos de *Dactylis* que había en la MBG, ya que, al jubilarse la investigadora responsable de la misma, se corría el riesgo de su pérdida al no continuarse esa línea de investigación en el centro.

En lo que se refiere a las colecciones de la MBG hay que destacar el gran número de entradas de judía común, lo que la convierte en una colección referencial. Son también valiosas las colecciones de vid (extensa colección de viníferas de zonas húmedas) y de brásicas. Esta última supuso un ingente trabajo adicional para clasificar las distintas accesiones conseguidas debido al confusiónismo existente sobre la correcta asignación botánica de los distintos cultivos que existen en el género *Brassica*. La clasificación de las brásicas mediante métodos citológicos y por electroforesis de isoenzimas (Ordás y Baladrón, 1985; Arús y otros, 1987) mostró que los nabos, nabizas y grelos pertenecen a la especie *Brassica rapa*, siendo el nabicol el único cultivo encontrado en Galicia perteneciente a la especie *Brassica napus* (la misma a la que pertenece la colza). Aún hoy el Anuario de Estadística 2009 (MARMN, 2009) arrastra el error de indicar que el nabo forrajero pertenece a la especie *Brassica napus*.

La colección de variedades de maíz de la MBG comprende, entre otras, 87 variedades “del país” recogidas por toda Galicia. Cada una de dichas variedades es, en muchos casos la reunión de diversas muestras recogidas en la misma zona. Un completo estudio de dichas variedades realizado durante varios años en la MBG (Ordás y otros, 1994) demuestra que en Galicia existen realmente tres grupos principales de maíz: variedades atlánticas precoces, variedades atlánticas de media estación y variedades de las tierras altas del interior. Hay también que destacar que en la MBG se conserva la colección de razas españolas del Prof. Sánchez-Monge (1962), que en algunos foros se llegó a considerar como perdida, aunque esto no es cierto ya que en la MBG se mantiene en perfectas condiciones de viabilidad.

#### **4. La utilización de la biodiversidad**

¿Cuál es el valor de esta biodiversidad de cultivos que, bien en manos de los agricultores, bien en los bancos de germoplasma, se conserva actualmente? Las variedades locales representan un activo de incalculable valor ya que representan un almacén de genes de adaptación a unas condiciones ambientales determinadas que ha costado cientos (o miles) de años conseguir. Por ello los mejoradores recurren a ellas cuando necesitan una característica que no se encuentra en las variedades cultivadas.

En el caso concreto de las colecciones conservadas en los bancos de germoplasma del CIAM y de la MBG, se puede afirmar que han servido de base para una gran parte de las investigaciones que en ambos centros se llevan a cabo. Así, su estudio agronómico y genético ha sido objeto de diversas tesis doctorales. Han servido también para desarrollar variedades comerciales de maíz, especies pratenses, etc. También, una gran parte de las investigaciones de tipo básico que estos centros (y otros de todo el mundo a los que se ha enviado material de dichas colecciones) llevan a cabo se han basado en este germoplasma, lo que se ha traducido en publicaciones científicas en las mejores revistas internacionales.

Existe entre los científicos de todo el mundo, tanto entre los que se dedican a la investigación sobre biodiversidad como entre los mejoradores, la sensación de que las colecciones de recursos fitogenéticos se usan muy poco. No es éste el caso, sin embargo, de las colecciones gallegas de germoplasma de los principales cultivos de la comunidad.

## Referencias

- Acquaah G. 2007. Principles of plant genetics and breeding. Blackwell Publishing, Malden, Massachusetts, EE.UU.
- Arús P, Baladrón JJ, Ordás A. 1987. Species identification of cultivated brassicas with isozyme electrophoresis. *Cruciferae Newsl* 12:26–27.
- López Díaz JE. 2009. Estudio dos recurso fitoxenéticos do complexo Festuca – Lolium. Tesis doctoral, Universidad de Santiago de Compostela.
- MAMRM, 2009. Anuario de Estadística 2009. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. Madrid.
- Ordás A, Baladrón JJ. 1985. Collecting of Brassicas in northwestern Spain. *Cruciferae Newsl* 10:14.
- Ordás A, Malvar RA, De Ron AM. 1994. Relationships among American and Spanish populations of maize. *Euphytica* 79:149–161.
- Sánchez-Monge E. 1962. Razas de maíz en España. Ministerio de Agricultura. Madrid.

**Tabla 1.** Superficie ocupada ocupada en Galicia por los principales cultivos en 2008 (MAMRM, 2009).

Cultivo	Superficie (ha)
Praderas polifitas	232.860
Maíz <sup>1</sup>	79.286
Viñedo	25.901
Patata	17.902
Trigo	17.826
Brásicas <sup>2</sup>	14.018
Centeno	6.599
Judías <sup>3</sup>	4.073

<sup>1</sup> Maíz grano y maíz forrajero.

<sup>2</sup> Coles (repollo, coliflor y col forrajera) y nabos.

<sup>3</sup> Judías secas y judías verdes.

**Tabla 2.** Cultivos conservados en el Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo (López Díaz, 2009).

Cultivo	Nº de entradas	Observaciones
Especies pratenses	Más de 1.300	Además, 971 ecotipos de <i>Dactylis</i> de la MBG
Maíz	750	500 de Galicia
Trigo del país	87	
Centeno	53	
Pimientos	27	12 de Galicia y 15 del País Vasco
Cebollas	20	De Galicia
Repollos	10	De Galicia
Manzanos	408 árboles	Principalmente para sidra
Perales	240 árboles	

**Tabla 3.** Colecciones de cultivos conservados en el banco de germoplasma de la Misión Biológica de Galicia.

Cultivo	Nº de entradas	Observaciones
Maíz	284	Solo poblaciones <sup>1</sup>
Centeno	13	
Leguminosas	3.022	
Judía común	2.402	
<i>Phaseolus coccineus</i>	50	
<i>Vigna</i>	106	
Guisante	246	
<i>Lupinus</i>	218	
<i>Brassica oleracea</i>	260	
Berza	220	
Repollo	38	
Asa de cántaro	2	
<i>Brassica rapa</i>	215	Nabos, nabizas y grelos
<i>Brassica napus</i>	46	Nabicol
Vid	88	82 viníferas y 6 híbridos productores directos

<sup>1</sup> Hay, además, un extensa colección de líneas puras.

## VALORIZACIÓN DEL EMPLEO DE VARIEDADES AUTÓCTONAS EN RIESGO DE EROSIÓN GENÉTICA EN EL MARCO DEL PROGRAMA DE DESARROLLO RURAL DE GALICIA.

Iglesias, C.

Servicio de Formación Agroforestal. Consellería de Medio Rural. Xunta de Galicia. Santiago de Compostela

### 1. Introducción

El 17 de diciembre del año 2007, fue aprobado en Europa El Programa de Desarrollo Rural (PDR) de Galicia para el periodo 2007-2013, que constituye la respuesta a las disposiciones del Reglamento (CE) nº 1698/2005 de 20 de septiembre de 2005 relativo a la ayuda al desarrollo rural a través del Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural (FEADER).

El Reglamento referido consolida el nuevo escenario ya configurado a partir de la Agenda 2000 presentada el 16 de julio de 1999, en el que la política de desarrollo rural deja de ser un instrumento exclusivo de la Política de Cohesión para pasar a acompañar y completar las políticas de ayuda al mercado y a los ingresos aplicadas en el marco de la política agrícola común (PAC). De este modo la PAC pasa a apoyarse sobre dos pilares: el primero, relativo a la política de precios y mercados y el segundo, relativo a la política de desarrollo rural.

El objetivo final del FEADER se centra por tanto en la promoción de un desarrollo rural sostenible en toda la Comunidad

### 2. Material y Métodos

El Programa de Desarrollo Rural se articula en torno a cuatro ejes, que se corresponden con los enunciados en el Reglamento 1698/2005:

- Eje 1:** Aumento de la competitividad del sector agrícola y forestal.
- Eje 2:** Mejora del medio ambiente y del entorno natural.
- Eje 3:** Calidad de vida en las zonas rurales y diversificación de la economía rural.
- Eje 4:** Leader.

De este modo, la estrategia gallega se centra en la consecución de los cuatro objetivos finales que se muestran a continuación:

#### Objetivos Finales:

- OF1.** Reforzar la base productiva agroalimentaria y forestal
- OF2.** Fomentar un sector agrario y forestal multifuncional y sostenible
- OF3.** Mejorar la calidad de vida y la economía de las zonas rurales
- OF4.** Fomentar la gobernanza en las zonas rurales

El objetivo final 2, se descompone en los siguientes objetivos intermedios:

- OI4.** Fomentar el uso sostenible de las tierras agrarias y forestales
- OI5.** Conservar y valorizar el patrimonio natural

De cara a la consecución de este segundo objetivo, será necesario, por un lado, dar una adecuada remuneración de las funciones territoriales, sociales y ambientales que desarrolla la actividad agraria. Para ello se puso en marcha el **Contrato de explotación sostenible**, que abarcará diversas medidas que se encuadran en este objetivo final.

Es dentro de la Medida 214.1 “Ayudas a productores agrarios que establezcan métodos de producción respetuosos con el medio ambiente y de conservación del paisaje” donde se enclava la valorización del empleo de variedades autóctonas en riesgo de erosión genética y que supone un 9,71% sobre el total de la asignación financiera para el eje 2 del Programa.

Ejes y Medidas	ASIGNACIÓN FINANCIERA (%)
TOTAL EJE 1	46,43%
TOTAL EJE 2	32,58%
(214) Ayudas agroambientales	9,71%
TOTAL EJE 3	10,37%
TOTAL EJE 4	10,00%
TOTAL EJES 1, 2, 3 Y 4	99,38%
(511) Asistencia Técnica	0,62%
IMPORTE TOTAL	100%

### 3. Resultados y Discusión

Con esta medida de ayuda a productores agrarios que establezcan métodos de producción respetuosos con el ambiente y la conservación del paisaje, se pretende satisfacer la creciente demanda de conservación medioambiental por parte de la sociedad actual, a través del fomento de prácticas agrarias que contribuyan a la protección medioambiental, de los recursos naturales, del paisaje, del suelo y de los recursos genéticos autóctonos. Al mismo tiempo, con esta medida se presta apoyo al desarrollo y establecimiento de productos agrarios con mayor valor añadido, que permitirán un incremento de los ingresos en el medio rural y, por lo tanto, un incentivo al mantenimiento de la población, lo que, en suma, redundará en una mejora del entorno rural.

Dentro de la Medida 214.1, se desarrollo la Submedida 1: “Variedades autóctonas vegetales en riesgo de erosión genética”, entendiéndose como “erosión genética” la pérdida de diversidad genética en una población, una variedad o una especie, dirigida a fomentar la recuperación de determinadas especies y variedades de cultivos vegetales en peligro de extinción, manteniendo superficies para la protección, uso y mantenimiento de la diversidad genética.

Las variedades vegetales en riesgo de erosión genética, contempladas el PDR de Galicia, fueron aprobadas en base a la documentación científico/técnica solicitada por la Comisión, y de las cuales si se estaba en disposición de poder aportarla y estas son:

#### **Viñedo para vinificación (*Vitis vinífera*):**

**Tintas:** Merenzao, Brancellao, Sousón, Ferrón ó Ferrol, Espadeiro, Caiño tinto, María Ordoño ou Bastardo.

**Branca:** Loureira, Caiño branco, Monstruosa ou Branca de Monterrei.

#### **Judía grano (*Phaseolus vulgaris*):**

Faba galaica (clase comercial “fabada”)

Faba do marisco ou faba verdiña (clase comercial “sin determinar”)

Faba riñón (clase comercial “white kidney”)

#### **Patata de Galicia (*Solanum tuberosum*):**

Fina de Carballo

**Pimientos (*Cápsicum annum*):**

Pimiento de Arnoia

Pimiento de Herbón

Pimiento de “O Couto”

Pimiento de Oimbra

**Trigo (*Triticum spp.*)**

Trigo Callobre

**Grelo de Galicia (*Brassica rapa*)**

Grelo de Santiago

Grelo blanco de Lugo

## DIVERSIDAD FORESTAL EN LA ZONA ATLÁNTICA

Silva Pando, F. J.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Centro de Investigación Forestal de Lourizán. D.X. Montes Consellería de Medio Rural. Xunta de Galicia. Pontevedra

<sup>2</sup> Departamento de Producción Vegetal. E.P.S. Universidad de Santiago de Compostela. Lugo

La asociación vegetal se define como el tipo de comunidad vegetal con unas características florísticas, biogeográficas, ecológicas, sucesionales, históricas y antropógenas particulares. Si a esta definición le añadimos unas características genéticas, tendríamos la explicación, que no justificación, de la diversidad biológica existente en el Reino Vegetal (Heywood & Watson, 1995).

La diversidad forestal en la Zona Atlántica gallega se caracteriza por su localización en entre la Región Atlántica y la mediterránea, con de un clima templado, con una temperatura que varía entre los 6 a los 15°C y una precipitación entre los 600 y los más de 3000 mm de precipitación, con un periodo de sequía estival casi nulo en el Noroeste de Galicia a uno de una duración de 2-3 meses en el Sureste gallego. Los suelos son mayoritariamente ácidos, con algunos afloramientos calizos y otros de rocas ultrabásicas, que le dan una diferenciación con respecto a las áreas cercanas. Un aspecto importante en la diversidad forestal europea está determinado por la orientación de las cadenas montañosas, de Este a Oeste, que restringían el desplazamiento de los vegetales del Norte al Sur, conforme avanzaban los casquetes polares producidos por los periodos glaciales.

La Flora gallega, integrada por plantas autóctonas y algunas naturalizadas o muy utilizadas en por el hombre, está compuesta de unos 2400 taxa, que corresponden a más de 800 géneros y cerca de 160 especies (Romero, 2008). A estos habría que incorporar todas las plantas cultivadas en Jardinería, que pueden representar más de 1700 especies.

En relación al superficie ocupada, la diversidad de nuestra Flora es ligeramente superior a la de territorios cercanos como Gran Bretaña, Asturias, Suiza, Cerdeña e inferior a otros como Cataluña, Portugal, Andalucía Occidental o Connecticut (USA).

Dentro de la Flora autóctona y naturalizada, las familias más importantes son las *Compositae* y *Gramineae*, seguida por la *Cruciferae*, *Umbelliferae* y *Leguminosae*. Por grupos biológicos, los más abundantes son los hemicriptófitos (36%), seguido por los terófitos (30%), fanerófitos y xenófitos (10%), caméfitos e hidrófitos. Por elementos corológicos, predominan los elementos eurosiberianos, seguidos de los de amplia distribución, mientras que los mediterráneos son otra parte importante.

En la Flora gallega, se incluyen un total de 100 árboles, más otras 116 especies de matas o arbolillos (menores de 5 m de alto) (Ruiz de la Torre, 1989-1992; Silva-Pando & Rigueiro, 1991). Dentro de estos tenemos géneros muy bien representados como *Quercus*, *Pinus*, *Eucalyptus*, *Erica*, *Genista*, *Cistus*, *Acacia* o *Prunus*, entre otros. Algunos géneros están representados por una sola especie, como es el caso de *Corylus*, *Arbutus*, *Amelanchier*, *Ilex*, *Crucianella*, *Laurus* o *Myrtus*. Hay diversas plantas herbáceas de sumo interés para el sector agroforestal, como son algunas gramíneas, leguminosas y labiadas, que tienen un aprovechamiento específico para pasto, forraje o plantas aromáticas.

Dentro de las especies incluidas en el apartado anterior, algunas tienen un areal principalmente gallego, extendiéndose algo a regiones limítrofes, como ocurre con *Betula alba* subsp. *celtibérica*, *Genista sanabriensis*, *G. obtusiramea*, *G. falcata*, *G. berberídea*, *G. hystrix*, *Cytisus commutatus* subsp. *ingramii*, *Quercus x gallaecicus*, *Erica mackaiana*, etc.

Otro apartado son las especies endémicas, de las cuales existen más de 20 y se desarrollan en ambientes principalmente forestales. A ellas hay que sumar las amenazadas y en peligro de extinción, recogidas en su conjunto en el Catálogo Gallego de Especies Amenazadas (Silva-Pando, Pino & Camaño, 2008). A pesar del conocimiento existente, aún están por describir varias especies nuevas o estudiar con detenimiento diversos géneros o especies como *Festuca*, *Hieracium*, *Leucanthemum*, *Armeria*, *Eryngium durieui*, *Arnica montana*, etc.

La diversidad forestal no está solo determinada por las especies presentes, sino por las comunidades que forman estas especies. De acuerdo a Izco et al. (1999, 2000), en Galicia hay unas 25 comunidades arbóreas y 41 arbustivas, con una diversidad florística variable; mientras los hayedos sobre sustrato calizo tiene 38 especies, los hayedos sobre sustrato ácido 110, las fresnedas colinas 160, los robledales termófilos pontevedreses 95, los robledales juresianos 41 (Izco, 1994), enebrales alpinos 52, xesteiras montanas 59, brezales montanos 58, tojales montanos 61 y tojales colinos 52 (Silva-Pando, 1990). Como se ve la diversidad bajo arbolado es normalmente superior que en matorrales.

El Mapa Forestal de España (Ruiz de la Torre, 1989-1992) presenta la distribución de la cubierta arbórea y arbustiva, mostrando la mezcla de comunidades en las diferentes teselas del territorio. Como ejemplo de diversidad, tenemos la cartografía de la Directiva Hábitat, en la cual las categorías establecidas en la misma (Silva Pando et al., 2008) suelen aparecer frecuentemente aisladas o en grupos de dos. Aunque en casos excepcionales pueden llegar a aparecer 5 ó 6 hábitats en la misma cuadrícula. Un caso propio de biodiversidad es la estructura mezclada de cultivos, pastizal, matorral y bosques, que forman lo que se llama “complejo agroforestal”, que se extiende por una parte importante de Galicia y alcanza la fachada norte de la Cordillera Cantábrica.

## Referencias

- 
- Heywood, V.H., Watson, R.T. 1995. Global Biodiversity Assessment. UNEP-Cambridge University Press. Cambridge.
- Izco, J., Amigo, J., García San León, D. 1999. Análisis y clasificación de la vegetación leñosa de Galicia (España). *Lazaroa* 20: 29-47.
- Izco, J., Amigo, J., García San León, D. 1999. Análisis y clasificación de la vegetación de Galicia (España), II. La vegetación herbácea. *Lazaroa* 21: 25-50.
- Romero Buján, I. 2008. Catálogo da Flora de Galicia. Monografías do IBADER. Lugo.
- Ruiz de la Torre, J. 1989-1992. Mapa Forestal de España. Varias hojas. MAPA. Madrid.
- Silva-Pando, F.J. 1990. Flora y vegetación de la Sierra de Ancares: Bases para la planificación y ordenación forestal. Tesis doctoral. Univ. Complutense de Madrid. Madrid.
- Silva-Pando, F.J., Pino, R., Pino, J.J., Camaño, J.L. 2008. Flora y vegetación protegida de Galicia. *Boletín BIGA* 4: 37-45.
- Silva-Pando, F.J., Rigueiro, A. 1991. Guía das árbores e bosques de Galicia. Ed. Galaxia. Vigo.

## **PAPEL DE LOS COMPUESTOS FENÓLICOS EN LA CARACTERIZACIÓN DE LAS VARIEDADES DE VID (*Vitis vinifera* L.) CULTIVADAS EN GALICIA.**

Masa, A.; Zamuz, S.

Misión Biolóxica de Galiza, CSIC. Pontevedra

Los compuestos fenólicos, conocidos también de forma general como polifenoles, son componentes del metabolismo secundario, y aunque están presentes tanto en el mundo vegetal como en el animal, la mayoría de ellos son de origen vegetal. En general, son compuestos solubles en agua y están localizados en la vacuola celular. Por sus características químicas, se podrían definir como sustancias que poseen un anillo aromático que contiene al menos un grupo hidroxilo en su molécula. El compuesto fenólico más sencillo sería por tanto el fenol, un producto natural que presenta un único grupo OH en su molécula, y a partir de esta estructura se construye toda una serie de compuestos de mayor complejidad. Se han descrito varios cientos de polifenoles en el reino vegetal, la mayoría de ellos presentes en los frutos y que, desde el punto de vista de su clasificación, se pueden agrupar en distintas familias. Debemos considerar en primer lugar dos grandes grupos de componentes fenólicos, los flavonoides y los no flavonoides, que se diferencian en primer lugar por el número de átomos de carbono constitutivos, en función de la estructura de su esqueleto básico, que para los flavonoides es del tipo  $C_6-C_3-C_6$ , mientras que para los no flavonoides se dan distintas estructuras dependiendo del tipo de compuesto de que se trate:  $C_6$  para los fenoles simples,  $C_6-C_1$ ,  $C_6-C_2$ ,  $C_6-C_3$ , para ácidos benzoicos, ácidos fenilacéticos y ácidos hidroxicinámicos respectivamente y, por aportar algún ejemplo más  $C_6-C_2-C_6$  para los derivados estilbénicos. Citaremos entre los flavonoides alguna de las familias más conocidas: antocianos, flavonoles, flavan-3-oles (conocidos popularmente como taninos) y flavanoides que incluyen, entre otros, a los dihidroflavonoles (Harborne, 1989).

Los compuestos fenólicos juegan un importante papel en el color, aroma, sabor y alguna otra característica organoléptica de alimentos y bebidas, y su consumo regular ha sido asociado con efectos beneficiosos sobre la salud humana. Si nos centramos en la vid y el vino, algunos compuestos fenólicos se han relacionado con la reducción del riesgo de enfermedades cardiovasculares; se trata de compuestos con propiedades antioxidantes (Katalinić et al., 2010) como el resveratrol y sus derivados o como algunos derivados de la quercetina, un flavonol al que se le han venido atribuyendo propiedades contra alergias, hipertensión, artritis y como carcinógeno (Chang y Kinghorn, 2001). De igual forma, muchos de estos compuestos, de forma particular los estilbenos y algunos flavonoides, pueden actuar como fitoalexinas (Favaron et al., 2009; Pedras y Yaya, 2010) frente a determinadas situaciones de estrés, fundamentalmente frente al ataque de organismos patógenos de origen fúngico.

Pero, además, los compuestos fenólicos, y de forma más concreta los flavonoides, han sido ampliamente utilizados desde mucho tiempo atrás como marcadores taxonómicos en la caracterización de los vegetales, ya que reúnen muchas características que los hacen útiles para este propósito. Se trata de compuestos ampliamente distribuidos en el mundo vegetal; sus patrones tienden a ser específicos para cada especie; son relativamente fáciles de detectar cromatográficamente e identificar; son relativamente estables y, por último, su biosíntesis/acumulación es en gran medida independiente de la influencia ambiental.

Tradicionalmente la caracterización de cultivares de vid se ha venido realizando mediante la aplicación de métodos ampelográficos y/o ampelométricos que describen, entre otras, sus características morfológicas y agronómicas, caracteres en muchos casos dependientes en exceso de las condiciones ambientales (Markham, 1989). En este sentido, la utilización de marcadores de naturaleza fenólica puede ser una excelente alternativa en la caracterización y clasificación de los cultivares de vid (Ferrandino y Guidoni, 2010). De hecho, la utilización de los antocianos en el caso de las variedades tintas y los flavonoides no antocianicos en el caso de las variedades blancas, se han venido utilizando con éxito con esta finalidad.

En el grupo de Viticultura de la Misión Biológica de Galicia hemos establecido una metodología que nos ha permitido caracterizar todas las variedades existentes en nuestra colección, tanto blancas como tintas (Pomar et al., 2005; Masa et al., 2007).

A partir de pieles de uva hemos extraído y separado cromatográficamente mediante HPLC-DAD un total de 19 compuestos de naturaleza antocianina e identificado total o parcialmente 16 antocianos derivados de los cinco aglicones antocianicos existentes en los cultivares tintos de *Vitis vinifera*, L. (delfinidina, cianidina, petunidina, peonidina y malvidina). Del mismo modo, para los cultivares blancos hemos extraído, separado e identificado de forma total o parcial 24 flavonoides, 15 de ellos flavonoides y 9 dihidroflavonoides, derivados todos ellos de la quercetina y el kaempferol, los dos aglicones más abundantes en la vid.

De los cromatogramas obtenidos para cada uno de los cultivares estudiados, se calcularon los valores del área relativa (en %) para cada uno de los picos separados, que fueron representados luego en forma de diagrama obteniéndose así el perfil fenólico de cada una de las variedades, y que suponen su verdadera “huella dactilar” que permite su diferenciación. En efecto, estos diagramas resultan ser específicos para cada una de las variedades estudiadas y confirman por tanto la validez del análisis de antocianos y flavonoides en la caracterización de los cultivares de *Vitis vinifera*, y por tanto el papel de los compuestos fenólicos como marcadores quimiotaconómicos.

### **Agradecimientos**

A los proyectos XUGA-40301B97 y parcialmente 07MRU016403PR financiados por la Xunta de Galicia.

### **Referencias**

- Chang, L.C. y Kinghorn A.D. 2001. Flavonoids as Cancer Chemopreventive Agents. En: Corrado Tringali (Ed). Bioactive Compounds from Natural Sources. Isolation, characterization and biological properties, 159-187. 1º edición. Taylor & Francis Inc. USA.
- Favaron F., Lucchetta, M., Odorizzi, S., Pais da Cunha, A.T. y Sella, L. 2009. The role of grape polyphenols on *trans*-resveratrol activity against *Botrytis cinerea* and of fungal laccase on the solubility of putative grape PR proteins. *Journal of Plant Pathology*, 91: 579-588.
- Ferrandino, A. y Guidoni, S. 2010. Anthocyanins, flavonols and hydroxycinnamates: and attempt to use them to discriminate *Vitis vinifera* L. cv “Barbera” clones. *European Food Research and Technology*, 230: 417-427.
- Harborne, J.B. 1989. General Procedures and Measurement of Total Phenolics. En: Harborne, J.B. (Ed). *Methods in Plant Biochemistry*. Vol I: Plant Phenolics, 1-28, 1ª edición. Academic Press Limited. London, UK.
- Katalinić, V., Možina, S.S., Skroza, D., Generalić, I., Abramović H., Miloš, M., Ljubenkov, I., Piskernik, S., Pezo, I., Terpinč, P. y Boban, M. (2010). Phenolic profile, antioxidant properties and antimicrobial activity of grape skin extract of 14 *Vitis vinifera* varieties grown in Dalmatia (Croatia). *Food Chemistry* 119: 715-723.
- Masa, A., Vilanova, M. y Pomar, F. 2007. Varietal differences among the flavonoids profiles of white grape cultivars studied by high-performance liquid chromatography. *Journal of Chromatography A*, 1164: 291-297.
- Markham, K.R. 1989. Flavones, Flavonols and their Glycosides. En: Harborne, J.B. (Ed). *Methods in Plant Biochemistry*. Vol I: Plant Phenolics, 197-235, 1ª edición. Academic Press Limited. London, UK.
- Pedras, M.S.C. y Yaya, E.E. 2010. Phytoalexins from Brassicaceae: News from the front. *Phytochemistry*, 71: 1191-1197.
- Pomar, F., Novo, M. y Masa, A. 2005. Varietal differences among the anthocyanin profiles of 50 red grape cultivars studied by high performance liquid chromatography. *Journal of Chromatography A*, 1094: 34-41.

## BIODIVERSIDAD AROMÁTICA DE LAS VARIEDADES DE VID CULTIVADAS EN GALICIA

---

Vilanova de la Torre, M.

Misión Biológica de Galicia, CSIC. Pontevedra

### 1. Introducción

---

El aroma de un vino debe a gran cantidad compuestos volátiles, cuyas concentraciones son muy variables y de ello depende, entre otros factores, que el olfato humano pueda detectarlos. Además de estos compuestos dotados de aroma, existen otros, llamados precursores aromáticos, provenientes de la uva en su mayor parte, que son inodoros pero que son susceptibles de liberar moléculas aromáticas bajo la influencia de diversos factores. La volatilidad es una condición necesaria, pero no suficiente, para que una sustancia huelga. Su concentración y el umbral de percepción olfativa son parámetros indispensables. En el aroma del vino, por tanto, debemos tener en cuenta los compuestos libres (volátiles) y los ligados (precursores). Ambos constituyen el potencial aromático de un vino.

Los aromas de un vino se clasifican en función del origen de cada compuesto en aromas primarios (varietales), secundarios (originados en las fermentaciones alcohólica y maloláctica) y terciarios (originados durante los procesos de crianza y envejecimiento). Sin embargo de todos ellos los que realmente dependen de la variedad de uva con la que se elabora el vino son los aromas varietales o primarios que son los que marcan la tipicidad en un vino.

### 2. Los aromas varietales

---

Estos compuestos varietales son los compuestos terpenicos, norisoprenoides, ácidos benzóicos y fenoles y derivados de la cisterna. Los compuestos de la familia terpenica se identifican con los aromas de la variedad Moscatel, los más importantes son el *linalol*, *nerol*, *terpineol*, *citronelol*, *limoneno* etc., todos ellos con aromas a *flores* o *frutas*.

De los carotenoides de la uva derivan los norisoprenoides, entre los que destaca la *b-damascenona*, que presenta aromas a *mora* y *ciruela pasa* y la *b-ionona* con olor a *violetas*. El *vitispirano*, que en algunas ocasiones supera el umbral de percepción, tiene olor a *té*, la *megastigmatrienona* con olor a tabaco o el *TDN* con olor a *keroseno*, aroma característico de los Riesling envejecidos.

Entre los compuestos derivados de ácidos benzoicos están el *cinamato*, que presenta aromas a *especies*, *miel* y *flores blancas* aunque el *cinamato de etilo* recuerda a *frutas rojas* y *flores blancas*.

La familia de los fenoles también proviene de las uvas aunque también están asociados a las maderas de roble de las barricas de crianza. Por ejemplo el *eugenol*, con aroma a *regaliz* y *clavo*, es característico en las uvas de Tempranillo. Otros fenoles importantes son el *4-etilfenol* con aromas a *cuero* y a *betún*; el *4-etilguayacol* con aromas especiados y el *4-vinilfenol* con aroma a *madera* y *vainilla*.

Otro grupo de derivados de precursores son los tiónicos derivados de la cisterna, como por ejemplo la *4-metil-4-mercaptopentanona* con aroma a *boj* o *furfuriltiol* con aroma a *café*.

Otros aromas que proceden de la variedad de uva son los alcoholes en C6 como *hexanal* o *hexenal* con aromas herbáceos muy característicos. Estos no se deben confundir con los aromas vegetales producidos por las *metoxipirazonas* que se encuentran en las uvas poco maduras.

Teniendo en cuenta estos aromas primarios o varietales, sabemos que la calidad del vino está fuertemente influenciada por la calidad de la materia prima utilizada durante el proceso de vinificación. Los factores que afectan el desarrollo de la baya son variados, pudiendo mencionarse, el lugar de implantación del viñedo, tipo de suelo y el efecto del mismo sobre la disponibilidad hídrica y nutricional, clima de la zona y su efecto térmico y lumínico, que tendrá una gran influencia durante toda la etapa de desarrollo de la baya, afectando el proceso fotosintético y las rutas de síntesis directa e indirectamente relacionadas con el mismo, como es la síntesis de azúcares y a partir de ellos de ácidos y metabolitos secundarios responsables del color, cuerpo, aroma, etc.

Aún cuando una variedad particular se encuentre en zonas geográficas diferentes y sea vinificada usando distintas técnicas, el vino producido poseerá ciertas cualidades inherentes a la personalidad de la variedad. El comprender lo que una variedad en particular puede entregar en el proceso de vinificación es esencial para producir vinos de calidad. Como consecuencia de esto, el estudio de los aromas específicos que permiten diferenciar las variedades entre sí es un tema prioritario desarrollado por diversos grupos de investigación. Esto ha sido posible gracias a los avances tecnológicos y científicos en el campo de los aromas. Tecnologías analíticas así como sensoriales han permitido caracterizar un elevado número de variedades de vid y clasificarlas en función de su composición. Tradicionalmente el aroma del vino se ha analizado utilizando técnicas de análisis sensorial y técnicas cromatográficas.

### 3. Técnicas de análisis de aromas

Una de las técnicas más utilizadas en análisis sensorial es el análisis sensorial descriptivo cuantitativo (QDA) que permite, mediante escalas de medida y con paneles de catadores entrenados, cuantificar los descriptores de un vino en función de la frecuencia e intensidad de los mismos (figura 1).

Entre las técnicas analíticas utilizadas están las técnicas cromatográficas con sistemas de detección universal como la espectrometría de masas (MS) o la ionización de llama (FID) (figura 2). En los últimos años, otras técnicas como la cromatografía de gases con detección olfatométrica (GCO) han complementado las técnicas más clásicas. Una nueva herramienta para analizar aromas es la nariz electrónica, con mayor rapidez analítica que la anterior, permite clasificar vinos en función de la similitud aromática, de forma que funciona de forma muy parecida al olfato humano.

### 4. Los aromas de las variedades cultivadas en Galicia

En Galicia la diversidad varietal da lugar a una gran diversidad de compuestos aromáticos que caracterizan a los vinos que se elaboran a partir de ellas. Todos los cultivares de *Vitis vinifera* estudiados hasta este momento muestran diferencias en la composición de metabolitos secundarios suficientemente grandes para justificar su caracterización varietal.

Un repaso por la geografía gallega nos lleva a enumerar variedades y aromas que paso a describir:

La zona geográfica que engloba la D.O. Rías Baixas se caracteriza fundamentalmente por el cultivo de la variedad blanca **Albariño**. Aunque existen pequeños matices entre el Albariño de las distintas subzonas de la D.O., debido básicamente a las diferencias climáticas, de orografía y suelo, en general son vinos con aromas a manzana (*hexanoato de etilo*), *herbáceos* (*compuestos en C<sub>6</sub>*), *florales* (*a-ionona*), *balsámicos*, *aromas tropicales* (*octanoato de etilo*) y *cítricos* (*limoneno*, *citonolol*). Otra de las variedades cultivadas en esta D.O. es la blanca **Treixadura** que aunque tiene baja intensidad aromática, este es muy floral y fino (más el mosto que el vino), con recuerdos a *fruta madura*. La variedad blanca **Loureira** se caracteriza por ser muy aromática, mas bien *floral* (*bdamacenona*), con sensaciones aromáticas a *rosa* y *laurel* (*2-feniletanol* y *linalol*).

Entre las tintas minoritarias de la D.O. Rías Baixas destacan los aromas de la variedad tinta **Catañal** (*β-ionone*, *3-methyl-1-butanol*, *alcohol benzílico*, *2-feniletanol*, *isoamil acetato*, *lactato de etilo* y *butirato de etilo*) caracterizando los vinos con aromas a *violeta*, *rosa* y *frutos rojos*. También los aromas *vegetales* y *herbáceos* son característicos de la variedad tinta **Caiño redondo** (*compuestos en C<sub>6</sub>*) quizás por los problemas de maduración que tiene esta variedad en esta zona. La variedad tinta **Pedral**, también cultivada en esta D.O. al sur de la provincia de Pontevedra, se caracteriza por altos contenidos en *norisoprenoides* que aportan aromas *florales*.

Los *fenoles volátiles* (*aromas animales*, *cuero* o *especias*) son importantes en la variedad tinta **Espadeiro** (D.O. Rías Baixas) y los aromas *vegetales* (*1-hexanol*), *rosa* y *violeta* (*norisoprenoides*), *frambuesa* (*alcohol benzílico*) y *especiados* (*eugenol*) son los que caracterizan a la variedad tinta **Sousón** (D.O. Rías Baixas), variedad muy aromática, que se cultiva en el sur de la provincia de Pontevedra.

La variedad tinta **Mencia**, cultivada en la D.O. Ribeira Sacra, fue caracterizada mediante análisis sensorial por aromas a *fruta roja (alcohol benzílico)*, *aromas balsámicos, florales a rosa y geranio (ácido hexanoico, 2-feniletanol)* y *lácticos (lactato de etilo)*. Además se encontraron matices diferentes en el aroma de los vinos elaborados con esta variedad en función de la subzona en la que fue cultivada la uva: Amandi, Quiroga-Bibei, Chantada, Riberas do Sil y Riberas do Miño.

La variedad blanco **Godello**, cultivada en la D.O. Valdeorras, se caracteriza por aromas afrutados (*melón, melocotón, floral, cítrico, hierba seca, piña, tostados y pera*).

En la zona geográfica que engloba la denominación de Vinos de la Tierra de Betanzos, las variedades más cultivadas son las blancas **Blanco lexítimo** y **Agudelo** y la tinta **Serradelo**. *Octanoato de etilo, acetato de isoamilo, hexanoato de etilo y  $\beta$ -damascenona* son los compuestos aromáticos que caracterizan las variedades y los vinos elaborados con **Blanco lexítimo** y **Agudelo** cultivadas en Betanzos. Estos compuestos aportan aromas a *cítricos, banana, piña, manzana, miel o moscatel* en el caso de la variedad **Blanco lexítimo**. *Octanoato de etilo y  $\beta$ -damascenona (aromas frutales y florales)* son los que marcan el aroma de la variedad tinta **Serradelo**.

## Referencias

- Cacho J. 2000. Vino y calidad de vida. Innovación y tecnología. Seminarios de Formación. Paraninfo Universidad de Zaragoza.
- Carballeira L., Cortes S., Gil M.L., Fernandez E. 2001. SPE-GC determination of aromatic compounds in two varieties of white grape during ripening. *Chromatographia Supplement* 53, 350–355. 5
- Dieguez S., Lois C.L., Gomez E.F., de la Peña M.L. 2003. Aromatic composition of the *Vitis vinifera* grape Albariño. *LWT- Technol.*, 36, 585-590.
- Ebeler S.E., Thorngate, J.T. 2009. Wine chemistry and flavour: Looking into the Cristal Glass. *J Agric. Food Chem.* 57, 8098-8108
- Ferreira V. 1992. Nuevas aportaciones a la química anañítica del aroma del vino. Tesis doctoral. Universidad de Zaragoza.
- Gunata Y.Z., Bayonove C.L., Baumes R.L., Cordonier R.E. 1985. The aroma of grapes. Extraction and determination of free and glycosidically bound fractions of some grape aroma components. *J. Chromatogr. A*, 331, 83-90
- Masa A., Vilanova M. 2008. Characterization phenolic and aromatic of *Vitis vinifera* L cv. Albariño Blanco. *Food Chem.* 107: 273-281
- Oliveira J.M., Araújo I., Pereira O.M., Maia J.S., Amaral A.J., Maia, M.O. 2004. Characterization and differentiation of five “Vinhos Verdes” grape varieties on the basis of monoterpenic compounds. *Anal. Chim. Acta*, 513, 269-275.
- Petra J., Cacho J., Ferreira V. 2003. Perception of flavours in a wine-like médium. XIII Reunión de la Sociedad Española de Química Analítica. 2003.
- Vilanova M., Soto B. 2005. The impact of geographic origin on sensory properties of *Vitis vinifera* cv. *Mencia*. *J. Sens. Stud.* 20, 503–511
- Vilanova M., Sieiro C. 2006. Determination of free and bound compounds in Albariño wine. *J Food Comp. Anal.* 19, 694–697
- Vilanova M., Vilariño F. 2006. Influence of geographic origin on aromatic descriptors of Spanish Albariño wine. *Flav. Fragr. J.* 21, 373–378
- Vilanova M., Martínez M.C. 2007. A first study of aromatic compounds of red wine from *Vitis vinifera* cv. Castañal grown in Galicia NW Spain. *Eur. Food Res. Technol.* 224: 431-436.
- Vilanova M., Zamuz S., Tardáguila J., Masa A. 2008. Descriptive analysis of wines *Vitis vinifera* cv. Albariño. *J Sci. Food Agric.* 88, 819–823.

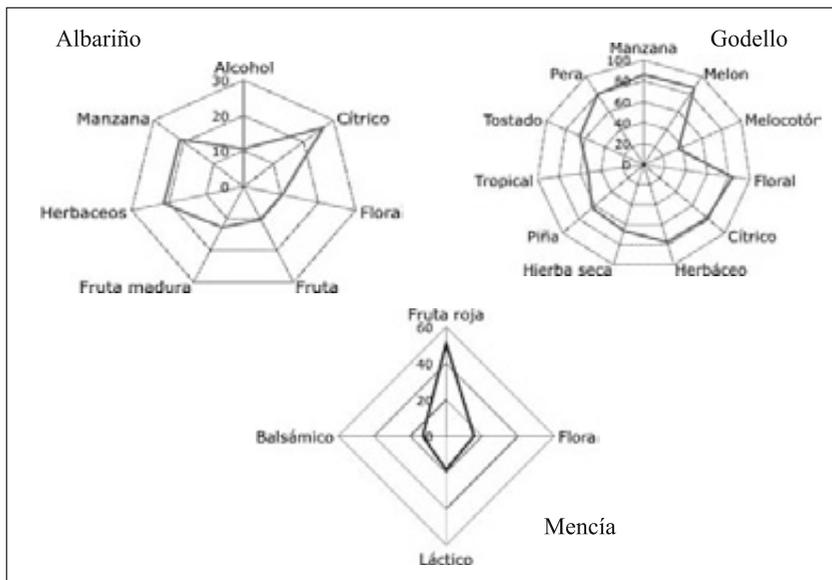


Figura 1. Análisis sensorial (QDA) de tres vinos elaborados con variedades de vid cultivadas en Galicia

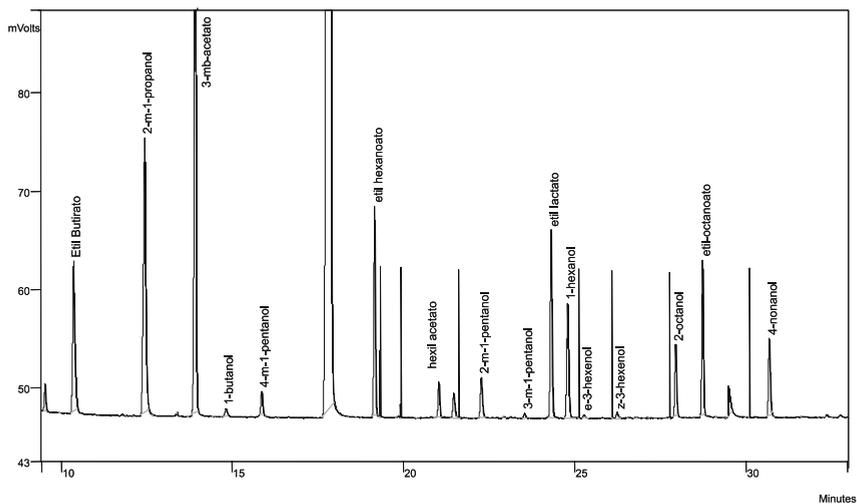


Figura 2. Análisis instrumental (GC-FID) de un vino elaborado con la variedad Albariño

## LA DENOMINACIÓN DE ORIGEN RÍAS BAIXAS

---

Vilariño Paxaro, F.

Consejo Regulador D.O. “Rías Baixas”. Pontevedra

### 1. Definiciones

---

#### Niveles de protección

Según los niveles de control (más o menos estrictos) ejercidos en el sector, la OCM vitivinícola clasificará los vinos como Denominación de Origen Protegida, Indicación Geográfica Protegida y Vinos. Esta clasificación será de obligado cumplimiento en la UE y los distintos países que la forman en función de sus términos tradicionales establecerán su correspondencia. En el caso de España, la lista de términos tradicionales será: denominación de origen calificada, denominación de origen, vinos de calidad con indicación geográfica, vinos de pago, vinos de pago calificado, vino de la tierra, vino dulce natural, vino generoso y vino generoso de licor.

#### Denominación de origen

Se entenderá por denominación de origen el nombre de una región, de un lugar determinado o, en casos excepcionales, de un país, que sirve para designar un producto vitivinícola, que cumple los requisitos siguientes:

- a) su calidad y sus características se deben básicamente o exclusivamente a un entorno geográfico particular, con los factores naturales y humanos inherentes a él,
- b) las uvas utilizadas en su elaboración proceden exclusivamente de esa zona geográfica,
- c) la elaboración tiene lugar en esa zona geográfica,
- d) se obtiene de variedades de vid de la especie *Vitis vinifera*;

#### Indicación geográfica

Se entenderá por indicación geográfica a una región, a un lugar determinado o, en casos excepcionales, a un país, que sirve para designar un producto, que cumple los requisitos siguientes:

- a) posee una calidad, una reputación u otras características específicas atribuibles a su origen geográfico,
- b) al menos el 85 % de la uva utilizada en su elaboración procede exclusivamente de esa zona geográfica,
- c) la elaboración tiene lugar en esa zona geográfica,
- d) se obtiene de variedades de vid de la especie *Vitis vinifera* o de un cruce entre esta especie y otras especies del género *Vitis*.

#### Consejo regulador

Corporación de derecho público con personalidad jurídica propia y órgano de gestión de las denominaciones de origen.

#### Órganos de gobierno del consejo regulador

Los órganos de gobierno del consejo regulador son la Presidencia, la Vicepresidencia y el Pleno. El consejo regulador tendrá un secretario o secretaria general, designado por el Pleno.

#### Órgano de control

Para el ámbito competencial de la denominación de origen Rías Baixas se constituye en el seno de su consejo regulador un órgano de control que tendrá como función esencial verificar el cumplimiento

de los requisitos que son exigibles a los vinos acogidos a la denominación de origen Rías Baixas. Sus actuaciones se realizarán sin dependencia jerárquica respecto de los órganos de dirección del consejo regulador, actuando bajo la tutela de la Consellería competente en materia de agricultura.

#### Manual de calidad

Documento en el que se recogerán las normas complementarias de aplicación de la denominación de origen y, en particular, las relativas al proceso de control y certificación.

El Manual de calidad recogerá los criterios cualitativos que den derecho a la certificación, bien procedan de la legislación aplicable, bien hayan sido adoptados por el propio consejo regulador de acuerdo con el artículo 26.2.i) de la Ley 24/2003, de 10 de julio, de la viña y del vino. También recogerá los criterios técnicos de inspección fijados por la consellería competente en materia de agricultura o, en su defecto, por el consejo regulador.

#### Régimen sancionador

El régimen sancionador de la denominación de origen Rías Baixas es el establecido en el capítulo II del título III de la Ley 24/2003, de 10 de julio, de la viña y del vino.

Complementan la disposición legal mencionada el Real decreto 1945/1983, de 22 de junio, que regula las infracciones y sanciones en materia de defensa del consumidor y de la producción agroalimentaria, por lo que se refiere a la toma de muestras y análisis; la Ley 2/2005, de promoción y defensa de la calidad alimentaria gallega, en lo relativo a inspección y medidas cautelares; la Ley 30/1992, de 26 de noviembre, de régimen jurídico de las administraciones públicas y del procedimiento administrativo común; el Reglamento del procedimiento para el ejercicio de la potestad sancionadora, aprobado por el Real decreto 1398/1993; y cuantas disposiciones generales estén vigentes en cada momento sobre la materia.

## **2. Sector vitivinícola Gallego**

El sector vitivinícola gallego está formado por 5 denominaciones de origen y 3 zonas de vinos de la tierra (a partir de 1.01.11, DOP e IGP, según la normativa comunitaria)

- a) denominaciones de origen: “Ribeiro”, “Monterrei”, “Ribeira Sacra”, “Rías Baixas” y “Valdeorras”.
- b) vinos de la tierra: Barbanza-Iria Flavia, Betanzos y Val do Miño-Ourense.

## **3. Antecedentes de la Denominación de Origen Rias Baixas**

La Denominación de Origen Rías Baixas, comienza su breve historia en el año 1980. En este año es reconocida oficialmente la denominación específica Albariño. En 1984, se aprueba el reglamento de la Denominación Específica Albariño y de su Consejo Regulador. En 1988, se aprueba el reglamento de la denominación de origen Rías Baixas y de su consejo regulador.

Por adaptación a la legislación vigente, inclusión de nuevas variedades de uvas, ampliación de la zona de producción, etc, el reglamento de la denominación de origen Rías Baixas, sufre pequeñas modificaciones en los años 1996, 1999 y 2000.

Con posterioridad a esas fechas, se produjeron cambios normativos importantes en el régimen jurídico de las denominaciones de origen y en el régimen de funcionamiento de sus consejos reguladores, obligando a reformar en profundidad el reglamento de la denominación de origen en el año 2009, siendo la novedad de más alcance la configuración de estos órganos como corporaciones de derecho público con personalidad jurídica propia.

Desde la creación de esta denominación de origen se produjo un espectacular avance de la vitivinicultura gallega en general y de la de las comarcas de esta denominación de origen en particular, posiblemente sin precedentes en el resto de la actividad agroindustrial gallega. Gracias a estos avances, los vinos de la denominación de origen han alcanzado una grandísima calidad que se traduce en una ya muy consolidada reputación en el mercado, tanto español como internacional.

## 4. El medio natural

---

### Clima

---

Próxima al límite del cultivo de la vid, la Denominación de Origen Rías Baixas está plenamente integrada en la gran región Atlántica cuya divisoria es el trazo de Wagner. En Invierno, las borrascas atlánticas del Oeste y del Sudoeste, con sus frentes cálidos, de aire frecuentemente tropical, traen fuertes precipitaciones y son las determinantes de unas temperaturas suaves y hasta cálidas, con diferencias día-noche muy poco marcadas. La Primavera es precoz y lluviosa. Los peligros de origen climático en esta estación son los daños de heladas y el corrimiento de flor. Los riesgos de heladas son nulos en el litoral y van creciendo a medida que nos desplazamos hacia el interior. En verano se produce una importante sequía edáfica favorecida por el descenso de las precipitaciones, aumento de la temperatura y por unos suelos arenosos que facilitan la infiltración. Retirado el anticiclón, en Otoño las borrascas penetran una tras otra, en una estación de nuevo muy lluviosa.

### Orografía

---

Desde el punto de vista topográfico, lo más significativo de la subzona “Val do Salnés” es el dominio de las tierras bajas, encontrándose aquí la llanura costera más desarrollada de toda Galicia. Sólo en pequeños relieves residuales o hacia la periferia se superan los 100 m de altitud.

En las Subzonas Rosal y Condado, entre las que no es fácil establecer una separación nítida, la topografía se caracteriza por la apertura morfológica del valle del río Miño, en especial a partir de As Neves.

### Los suelos

---

El tipo de roca predominante en la D.O. Rías Baixas, y casi exclusivo, es el granito. Son bastante frecuentes en las 5 subzonas los depósitos cuaternarios (gravas, arenas, arcillas y limo-arcillosos en la desembocadura de los ríos). En la subzona Val do Salnés y Soutomaio, abundan las rocas graníticas, son suelos ricos en cuarzo y con pocos minerales alterables (arenosos). En la subzona Ribeira do Ulla los suelos son fundamentalmente derivados de sustratos graníticos, en algunos casos la roca madre es de carácter esquistoso correspondiéndose a la amplia franja de esquistos que cruza Galicia de Norte a Sur por su zona central. Las subzonas O Rosal y Condado do Tea, son frecuentes los depósitos aluviales (gravas y piedras de cuarzo, acompañados de arcillas). Estos suelos son, en general, de fertilidad limitada debido a sus características físico-químicas y mineralógicas. Por una parte la pobreza en arcillas (suelen tener textura arenosa o franco arenosa) dificulta la retención de agua. Los granitos son rocas pobres en nutrientes como Mg y Ca, y la movilidad de estos cationes favorece todavía más el empobrecimiento debido al intenso lavado que sufren estos suelos. El resultado es, que se favorece la formación de unos suelos ácidos y empobrecidos (el pH está en torno a 4,5), en los que se incrementa la solubilidad del aluminio por lo que pueden aparecer problemas de toxicidad para las plantas más sensibles. Es necesario, por tanto, hacer los abonados y enmiendas necesarias para conseguir unos suelos fértiles y equilibrados para el cultivo de la vid.

## 5. Zona de producción de la D.O. Rías Baixas

---

La zona de producción de los vinos protegidos por la denominación de origen Rías Baixas está constituida por los terrenos que el consejo regulador, previo informe de su Órgano de Control, considere aptos para la producción de uvas de las variedades amparadas en su reglamento y que se encuentren en los términos municipales y lugares que componen las subzonas siguientes: Condado do Tea, O Rosal, Soutomaio, Val do Salnés y Ribeira do Ulla.

## 6. Registros (tabla 1)

---

Sólo las personas físicas o jurídicas que tengan inscritos en los registros indicados sus viñedos o instalaciones (en cualquiera de las 5 subzonas), podrán producir uva con destino a la elaboración de vinos protegidos, o elaborar, almacenar y embotellar vinos que hayan de ser amparados por la denominación

de origen Rías Baixas. Tipo de registros contemplados en el consejo regulador de la denominación de origen Rías Baixas: Registro de Viñas, Registro de Bodegas de Elaboración, Registro de Bodegas de Almacenamiento y Registro de Bodegas Embotelladoras.

#### Derecho al uso de la denominación de origen

Solamente puede aplicarse la denominación de origen Rías Baixas a los vinos procedentes de bodegas inscritas en los registros correspondientes, producidos y elaborados conforme a las normas exigidas por este reglamento y el Manual de calidad y que reúnan las condiciones analíticas y organolépticas que deban caracterizarlos.

### **7. Variedades de uva**

Las distintas variedades de uvas cultivadas en la D.O. Rías Baixas, todas ellas muy adaptadas a esta zona (variedades ancestrales), alcanzan su máxima expresión cualitativa en este clima y en este suelo, dando lugar a unos vinos personales y diferenciados.

Relación de variedades de uva amparadas por la denominación de origen Rías Baixas:

#### a) Preferentes:

Blancas: Albariña, Loureira blanca o Marqués, Treixadura y Caiña blanca.

Tintas: Caiña tinta, Espadeiro, Loureira tinta y Sousón.

#### b) Autorizadas:

Blancas: Torrontés y Godello.

Tintas: Mencía, Brancellao y Pedral.

### **8. El viñedo- prácticas culturales**

Los sistemas de conducción seguirán el sistema de espaldera y sus variantes y emparrado tradicional. Se tendrá en cuenta siempre que, de acuerdo con la densidad del viñedo, el número máximo de yemas fértiles por hectárea será de setenta mil para las variedades Albariña, Caiño blanca y Godello y cincuenta y cinco mil para las demás variedades. La densidad de plantación estará comprendida obligatoriamente entre 600 cepas por hectárea como mínimo y 4500 como máximo. El consejo regulador fijará en su Manual de calidad las modalidades de riego autorizadas dentro del marco legal nacional y comunitario y, en todo caso, garantizando que estas prácticas tiendan a mantener el equilibrio del potencial vegetativo de la planta con el ecosistema clima-suelo, a fin de obtener productos de alta calidad.

La producción máxima admitida por hectárea será:

- a) 12000 kg para la variedad Albariño.
- b) 10000 kg para las variedades tintas.
- c) 12500 kg para las demás variedades.

En la tabla 2 se analiza el promedio de uva vinificada por subzonas en el periodo de 2004 a 2009. Se puede observar que la subzona mayoritaria es el Val do Salnés con una cantidad de uva vinificada del 62,37%, le sigue la subzona Condado do Tea con una representación del 21,99%, O Rosal con 14,08%, la subzona de Soutomaior con 0,07% y la subzona Ribeira do Ulla con una representación sobre el total de 1,47%.

Según se puede apreciar en la tabla 3, que la variedad mayoritaria de la denominación de origen Rías Baixas (promedio de 5 años) es la variedad Albariño con un 95,17%, a continuación sigue la variedad Treixadura con un porcentaje de 1,31%, seguido de la variedad Loureiro blanco con 1,27%, otras blancas (Caiño blanco, Godello, Torrontés) con un porcentaje de 1,20 y por último un 1,05% para la totalidad de las variedades tintas.

## 9. Los vinos

---

El número de bodegas inscritas actualmente en la denominación de origen Rías Baixas es de 187 con una capacidad instalada total superior a 30 millones de litros. Los tipos de vinos amparados por la D.O. Rías Baixas y las características de los mismos son:

### a) Blancos

- Rías Baixas Albariño: vino monovarietal elaborado con el 100% de uvas de la variedad Albariña.
- Rías Baixas Condado do Tea: elaborado en la subzona del Condado do Tea con uvas de las variedades Albariña y Treixadura en un 70% como mínimo, siendo el resto de las demás variedades, todas ellas producidas en la subzona del Condado do Tea.
- Rías Baixas Rosal: elaborado en la subzona de O Rosal a partir de uvas de las variedades Albariña y Loureira en un 70% como mínimo, siendo el resto de las demás variedades, todas ellas producidas en la subzona de O Rosal.
- Rías Baixas Salnés: elaborado en la subzona de O Salnés a partir de uvas de las variedades preferentes en un 70% como mínimo, siendo el resto de las demás variedades, todas ellas producidas en la subzona Val do Salnés.
- Rías Baixas Ribeira do Ulla: elaborado en la subzona de A Ribeira do Ulla a partir de uvas de las variedades preferentes en un 70% como mínimo, siendo el resto de las demás variedades, todas ellas producidas en la subzona Ribeira do Ulla.
- Rías Baixas: elaborado a partir de las variedades blancas reconocidas, producido, elaborado, embotellado y etiquetado en cualquiera de las subzonas.
- Rías Baixas Barrica: procedente de vinos definidos anteriormente que en su proceso de elaboración permanezcan en envases de madera de roble de un tamaño no superior a 600 litros, indicándose en todo caso el tiempo, en meses o años, que han permanecido en los citados envases.

### b) Tintos

- Rías Baixas: elaborado a partir de las variedades tintas reconocidas, producidas en cualquiera de las subzonas citadas, y en las proporciones que se estime adecuadas.

### c) Espumosos

- Rías Baixas Espumoso: elaborado a partir de las variedades reconocidas, producidas en cualquiera de las subzonas citadas.

### Vinos. Elaboración

---

Todos los vinos elaborados en bodegas inscritas, para poder hacer uso de la denominación de origen Rías Baixas, deberán superar un proceso de calificación de acuerdo con lo dispuesto en el reglamento de la denominación de origen Rías Baixas y en el Manual de calidad así como con lo establecido en la normativa general de aplicación en esta materia.

El proceso de calificación se efectuará por cada partida o lote homogéneo y deberá ser supervisado por el Órgano de Control integrado en el consejo regulador e ineludiblemente constará de un examen analítico y un examen organoléptico, que dará lugar a la calificación, emplazamiento o descalificación de la partida. El examen organoléptico será realizado por el Comité de Calificación y, en su caso, por el Comité de Apelación.

El órgano de control, a la vista de los informes técnicos preceptivos del Comité de Calificación o, en su caso, del Comité de Apelación, así como de los resultados de los análisis físico-químicos y demás datos sobre el producto, emitirá un informe acordando la calificación, emplazamiento o descalificación del vino. Este informe, que será vinculante, será trasladado al consejo regulador para que éste emita resolución acordando la certificación o no certificación del producto y la expedición, en el primer caso, de los correspondientes precintos.

### Comité de Calificación y Comité de Apelación

El órgano de control establecerá un Comité de Calificación de los vinos, formado por cinco expertos como mínimo, escogidos entre el Panel de Cata aprobado por el Pleno del consejo regulador, previo informe técnico. El Comité de Calificación tendrá como misión emitir informe de calidad de los vinos que opten a ser amparados por la denominación de origen Rías Baixas. Dicho comité podrá contar con los asesoramientos técnicos que estime necesarios.

Este proceso será supervisado por el órgano de control, con arreglo a las prescripciones que figuren en el Manual de calidad en lo referido al proceso de calificación.

Para la revisión de las decisiones del Comité de Calificación se creará un Comité de Apelación formado también por expertos del Panel de Cata, cuyo dictamen no podrá ser objeto de revisión.

En lo relativo a la constitución y funcionamiento del Comité de Calificación y del Comité de Apelación se tendrá en cuenta lo que se disponga en el Manual de calidad y en la normativa general vigente en esta materia.

### 10. Comercialización

El sistema productivo de la denominación de origen Rías Baixas, por su situación geográfica, tipo de vino, etc. está sometido a una serie de condicionantes que alteran la estrategia de comercialización. Es decir, el clima atlántico es uno de los factores que pueden llegar a mermar la cantidad de cosecha debido a la alta probabilidad de que llueva en el momento del cuajado del fruto, plagas y enfermedades debido a las condiciones climáticas, etc. En la tabla 4 se puede observar las alteraciones de producción de una a otra cosecha. Por otra parte, por tratarse de un vino blanco de consumo mas o menos inmediato, nos da poco margen de maniobra en la estrategia comercial. Aún así, la denominación de origen Rías Baixas, está en fase de expansión desde su creación, tanto en comercialización en el mercado nacional como en la exportación.

La comercialización de los vinos Rías Baixas, se distribuye de la siguiente forma: el 79% de la producción se destina al mercado nacional, donde el 67% está centrado en Galicia-Asturias-León, el 7% Madrid y zona centro, 6% resto de zona norte, Cataluña y Aragón 6% y 14% resto del mercado nacional.

En exportación, se lleva trabajando desde principios de los años 90 con convenios de colaboración entre el ICEX (Instituto de Comercio Exterior), perteneciente al Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, y Rías Baixas, sobre todo en los mercados de Estados Unidos, Alemania y Japón. Prueba de este trabajo, es que estamos en este momento con unos datos de exportación del 21%, siendo Estados Unidos el primer país importador con un 50%, seguido de Reino Unido, Alemania y Puerto Rico (tabla 5).

## Referencias

Reglamento (CE) nº 479/2000 del Consejo de 29 de abril de 2008 por el que se establece la organización del mercado vitivinícola.

Reglamento (CE) nº 607/2009 de la Comisión de 14 de julio de 2009 por el que se establecen determinadas disposiciones de aplicación del Reglamento (CE) nº 479/2008 del Consejo en lo que atañe a las denominaciones de origen e indicaciones geográficas protegidas

Orde do 21 de xullo de 2009 pola que se aproba o Regulamento da denominación de orixe Rías Baixas e do seu consello regulador.

Resolución de 14 de septiembre de 2009, de la Dirección General de Industria y Mercados Alimentarios, por la que se publica la Orden de 21 de julio de 2009, por la que se aprueba el Reglamento de la Denominación de Origen «Rías Baixas» y de su Consejo Regulador.

**Tabla 1.** Datos de registro

SUBZONA	Bodegas	Viticultores	Superf. (ha)	Parcelas
Condado do Tea	40	1.183	917	5.194
O Rosal	13	551	594	1.746
Ribeira do Ulla	5	103	144	211
Soutomaio	2	48	19	123
Val do Salnés	127	4.697	2.541	14.211
<b>Total</b>	<b>187</b>	<b>6.582</b>	<b>3.815</b>	<b>21.485</b>

Datos a 14.09.10

**Tabla 2.** Uva vendimiada por subzonas

SUBZONA	2004	2005	2006	2007	2008	2009
<b>Val do Sanés</b>	14.347.422	13.166.834	19.582.754	11.560.563	12.371.208	14.736.425
<b>O Rosal</b>	3.335.941	3.120.300	3.987.553	2.607.690	2.552.395	3.326.376
<b>Condado do Tea</b>	4.634.944	5.189.950	6.573.516	4.218.044	4.561.351	5.196.576
<b>Soutomaio</b>	54.319	37.777	30.832	20.191	55.631	17.188
<b>Ribeira do Ulla</b>	382.132	372.052	434.289	315.507	356.792	347.521
<b>TOTAL D.O.</b>	<b>22.754.758</b>	<b>21.886.913</b>	<b>30.608.944</b>	<b>18.721.995</b>	<b>19.897.377</b>	<b>23.624.086</b>

**Tabla 3.** Vendimia por variedades de uva

Variedad	2004	2005	2006	2007	2008	2009
<b>Albariño</b>	21.637.361	20.644.177	28.988.336	17.696.735	18.985.832	<b>22.482.462</b>
<b>Loureira</b>	388.969	406.342	469.556	312.488	282.803	<b>300.431</b>
<b>Treixadura</b>	475.548	412.722	596.089	366.515	290.110	<b>309.031</b>
<b>Otras blancas</b>	124.156	155.980	273.050	131.086	189.010	<b>283.830</b>
<b>Tintas</b>	128.724	267.692	281.913	215.171	149.622	<b>248.332</b>
<b>TOTAL D.O.</b>	<b>22.754.758</b>	<b>21.886.913</b>	<b>30.608.944</b>	<b>18.721.995</b>	<b>19.897.377</b>	<b>23.624.086</b>

**Tabla 4.** Comercialización

<b>Año</b>	<b>Uva (kg)</b>	<b>Vino (L)</b>	<b>Ventas (L)</b>	<b>Exportación (L)</b>
2000	8.499.771	5.807.339	6.977.541	699.478
2001	16.814.166	11.211.285	6.812.147	733.749
2002	13.253.242	8.869.006	8.570.236	826.958
2003	16.462.794	10.788.939	8.406.368	937.166
2004	22.768.665	14.817.480	10.962.475	1.194.849
2005	21.903.040	14.590.644	13.072.465	1.543.758
2006	30.610.100	20.429.354	15.433.795	2.049.380
2007	18.736.895	12.719.406	17.410.032	3.278.937
2008	19.897.377	13.316.077	15.509.919	3.031.435
2009	23.624.086	16.147.642	14.933.332	3.057.574

**Tabla 5.** Evolución de las exportaciones (L)

<b>País</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>
<b>Estados Unidos</b>	755.330	1.002.847	1.752.309	1.580.470	1.634.388
<b>Reino Unido</b>	135.652	238.983	368.482	368.820	342.336
<b>Suiza</b>	72.709	93.971	104.763	97.483	198.737
<b>Alemania</b>	96.504	127.558	259.729	135.878	155.886
<b>Puerto Rico</b>	91.626	121.204	128.993	149.976	130.926
<b>México</b>	54.363	58.141	93.038	83.442	101.175
<b>Holanda</b>	19.445	32.637	73.085	69.586	67.794
<b>Resto</b>	318.130	374.038	519.602	545.779	426.332
<b>Total</b>	<b>1.543.759</b>	<b>2.049.380</b>	<b>3.300.000</b>	<b>3031434</b>	<b>3.057.574</b>

## CAMELIA, LA FLOR DE GALICIA: SU DIVERSIDAD

Salinero Corral, M. C.

Estación Fitopatológica do Areiro. Pontevedra

### 1. La camelia en Galicia y en Europa

Que la camelia es una especie que tiene su lugar propio en Galicia no tiene duda; en esta región hay ciudades que tienen camelias en las calles, igual que en otros lugares hay acacias y plátanos y palmeras; es muy hermoso sentirse representado por la camelia.

En 2003 se creó la **Asociación Española para la difusión de la flor y el árbol de la Camelia** que pasaría poco después a denominarse **Sociedad Española de la Camelia**. Ya en su primer nombre quedaba claro su objetivo principal, que continua actualmente moviendo a sus socios por toda la geografía española, difundiendo nuestro excelente patrimonio de camelia incluso fuera de nuestras fronteras. Sin duda, al ser la planta y la flor más representada y representativa de las zonas ajardinadas que forman nuestro entorno diario desde el norte al sur y del este al oeste de Galicia, desde 2006 fue reconocida como **FLOR DE GALICIA** y registrándose las marcas “Camelia flor de Galicia” “Flor de camelia” “Camelia de Galicia” y “Camelia Galicia” con su imagenotipo identificativo.

Esta planta no es originaria de Galicia, sino que es oriunda de Asia oriental y aunque no se sabe con certeza cuándo llegaron las primeras camelias, debido a la falta de documentación escrita sobre el tema, se puede suponer que su llegada ocurrió entre los siglos XVI y XVII, traídas de Oriente por navegantes, comerciantes y misioneros como Francisco Javier (cuando cristianizó a los habitantes del sur de Japón a partir de 1549).

A pesar de que fueron los ingleses los primeros en documentar la llegada de la camelia al continente europeo, parece lógico pensar y así lo indican algunos indicios, que pueda haber sido introducida en Europa por los misioneros y navegantes portugueses que ya habían explorado China y Japón en el siglo XVI (1516 y 1543) o por los navegantes españoles que habían establecido una ruta comercial con oriente conocida como de la Ruta de las Naos de China o Galeones de Manila (1565 a 1821). Sin embargo, aun no se ha encontrado ningún documento escrito de aquella época que pueda confirmar esta hipótesis.

Tampoco se cuenta con referencias que puedan confirmar el momento de su llegada a Galicia, pero sí contamos con ejemplares antiguos de camelia de más de 200 años que han sido introducidos por la nobleza gallega en aquel tiempo, y que todavía pueden contemplarse en los jardines de los Pazos y casas señoriales de Galicia. Algunas de estas plantas de camelia pudieron haber entrado de viveros de diferentes países de Europa como Portugal, Francia, Bélgica e Italia. Este es el caso de algunos de los Pazos como Santa Cruz de Rivadulla, Pazo de Oca y el Pazo de San Lorenzo documentados en diferentes escritos de las familias.

El siglo XIX y la primera mitad del XX, constituyeron un periodo importante de expansión de las camelias en Portugal y noroeste de España, en parte debido al interés por la botánica que se reflejó en la jardinería en general, a la rápida adaptación de las camelias a esta zona y a la creación de viveros especializados en la propagación y venta de camelias como Marques Loureiro, Geronymo da Costa, Zeferino de Mattos y Moreira da Silva. Se tiene constancia de que el vivero de Jose Marques Loureiro envió camelias al Pazo Quiñones de León en Vigo, y también a muchos otros lugares de las Rías Baixas, directamente o a través de la Escuela de Agricultura de la Caeira, fundada en el año 1873 y dedicada al diseño, estudio de jardines y explotaciones agrícolas de la provincia. Ya en su catálogo de plantas y arbustos publicado entre los años 1880 y 1882 incluía 139 variedades de camelias de las que 60 eran de origen portugués y las restantes de lugares de fuera de la Península Ibérica, el precio de estas plantas en macetas era de 2 (plantas de 30 cm) a 6 pta (las de 80 cm), precio realmente elevado para la época. Curiosamente, en el catálogo además de las camelias se ofrecía plantas de *Thea viridis* (Té verde) a 2 pta la planta. Por diversas facturas y documentos, se sabe que de esta escuela proceden algunas plantas de los jardines del Casino de Pontevedra, Parque Quiñones de León, Pazo de Rubiáns, Pazo de Lourizán, Pazo de Gandarón, Xardins del Pazo Provincial de Pontevedra, Pazo de Torres Agrelo, Pazo de Santa Cruz de Rivadulla, etc.

Se sabe que la mayor parte de las camelias que pueden contemplarse hoy fueron introducidas en Galicia en la segunda mitad del siglo XIX y actualmente continúan presentando un perfecto estado de conservación adquiriendo dimensiones impresionantes y constituyendo un material de un valor histórico y patrimonial importantísimo. Se pueden contemplar ejemplares singulares en el Pazo de Santa Cruz de Rivadulla en Vedra, donde crece un magnífico espécimen antiguo de flores simples con un tronco de 1,90 m de circunferencia, y muy cerca de esta propiedad, en los jardines del Pazo de Oca, se encuentra un ejemplar de *Camellia reticulata* ‘Captain Rawes’, de más de 11 m de altura, considerada como el árbol de esta especie de más antigüedad de Europa.

La popularmente denominada ‘Camelia pantalones’ del Pazo de Ames, situada en el ayuntamiento del mismo nombre, es un impresionante ejemplar de camelia, que según los datos aportados por la familia podría datar del siglo XVIII. Ya en la provincia de Pontevedra, en el Castillo de Soutomaioir, entre los vetustos ejemplares de camelia repartidos por sus jardines, se encuentra el ejemplar de mayor perímetro de tronco de Galicia, con un diámetro de copa de 15 m. En el Pazo de Castrelos, puede contemplarse un espécimen que tiene flores rosas de forma de peonía bautizado con el nombre de ‘Matusalén de las camelias’, por el arquitecto Robert Owens en su visita en 1974. Finalmente, en el Pazo de Torres Agrelo, se encuentra uno de los ejemplares más antiguos de *Camellia sasanqua* de Europa, correspondiente al cultivar ‘Barao de Soutelinho’. También existen otros jardines históricos con ejemplares dignos de mención, entre ellos destacan Torre de Lama, Pazo de Mariñan, Torre Figueroa, Casa Museo Rosalía de Castro y Pazo Cibrán, todos ellos en la provincia de la Coruña y el Pazo de Rubiáns, Pazo Quintero de la Cruz, Pazo de la Saleta, Pazo Lourizán, Finca Areeiro, Pazo de Gandarón, Pazo de Torreceira y Pazo de Barreiro, en la provincia de Pontevedra.

Durante el siglo XIX la camelia únicamente era cultivada por la nobleza y burguesía gallega, ya que este género era considerado una especie exótica y cara, y por tanto inasequible para el resto de los estratos sociales. Desde finales de XIX a principios del XX, su cultivo comenzó a generalizarse y la camelia comenzó a verse en todos los jardines y calles de Galicia. La camelia se hizo popular entre sus habitantes, surgiendo a partir de mediados del siglo XX un elevado número de aficionados por la jardinería, y por el cultivo de camelia en particular. Así, fue cómo comenzaron a celebrarse los primeros concursos de la camelia, que a su vez constituían un importante centro de reunión para los amantes de esta planta, y ayudaban aún más a difundir su cultivo. De todos los certámenes que en la actualidad se celebran en la geografía gallega, y que hoy sobrepasa la docena (Boiro, A Coruña, Vedra, Valga, Vilagarcía, Vigo, Cuntis, Lerez, Noia, Soutomaioir, A Guarda, Narón, Salceda de Caselas, Domaio, Tomiño...), el más emblemático y que cuenta con la más larga tradición, es el Concurso Exposición Internacional de la Camelia, que desde el año 1965 rota entre las ciudades de Pontevedra, Vigo y Vilagarcía de Arousa.

## **2. Taxonomía y Filogenia del género *Camellia***

---

El género *Camellia* está incluido en la familia Theaceae, orden Theales. Se trata del género más primitivo y diversificado de esta familia y su origen es muy antiguo ya que se remonta al período Cretácico, en la Era Secundaria. En un principio, Linneo dividió las especies de *Camellia* en dos géneros: *Camellia*, con flores sésiles y sépalos decaudos, y *Thea*, de flores pediceladas y sépalos persistentes.

Después de Linneo hubo distintos intentos de organizar la taxonomía del género *Camellia*. En 1958, en su libro “A revision of the genus *Camellia*”, Sealey agrupó los dos géneros descritos por Linneo en uno, *Camellia*, estableciendo 12 secciones que reunían 82 especies, además de un grupo diferente de 24 especies que no tenía clara su filogenia y sistemática por lo que no las incluyó en ninguna sección, agrupándolas con el nombre de Dubidae (dudosas). Chang, en su revisión de 1981, y con mucho más material vegetal a su disposición, dio nombre a muchas especies nuevas y añadió varias secciones al género, reuniendo 200 especies en cuatro subgéneros y veinte secciones. Posteriormente Ming (2000), siguiendo el tratamiento taxonómico de Sealy, redujo el número de especies a 119, incluyéndolas en dos subgéneros que agrupaban a 14 secciones. Más recientemente, en el libro “A collection of the genus *Camellia*”, Gao (2005) hizo una descripción y clasificación de todas las especies que crecían en el Jardín Internacional de

las especies de camelia en Jinhua (China), que constituye la mayor colección de especies de camelia del mundo, conteniendo más de 200 especies diferentes. Para la clasificación taxonómica de la colección, Gao se apoyó en la nomenclatura de Chang, aunque en algunos casos también en la de Sealey.

La diversidad del género *Camellia* es muy amplia. Aunque no está definido el número total de especies conocidas, ya que varía dependiendo del autor y del criterio utilizado para su diferenciación, hoy en día el libro de Gao es el más utilizado como referencia por muchos investigadores, viveristas y aficionados para identificar las especies de camelia, uno de los aspectos más difíciles del estudio de estas plantas pues hay que tener en cuenta que se conocen miles de cultivares e híbridos, sobre todo de *Camellia japonica*, y que las especies de *Camellia* tienen una gran facilidad de hibridación.

### **3. Problemática de la identificación de cultivares de especies de *Camellia* en los jardines de Galicia**

---

De la mayoría de los ejemplares singulares de *Camellia japonica*, pero también de otras especies de *Camellia*, dispersos por toda Galicia, únicamente se conoce la especie pero no el cultivar. En la última edición del International Camellia Register (Savige, 1993), aparecen 285 cultivares de distintas especies de camelia (la mayoría de *Camellia japonica*) obtenidos en Galicia que apenas se cultivan. Esto se debe en gran medida a la introducción de cultivares de Estados Unidos, Nueva Zelanda y Australia a partir de 1960 en los viveros europeos, que comienzan su reproducción, sustituyendo poco a poco los cultivares clásicos por estos nuevos, hasta el punto de que actualmente apenas unos 20 cultivares galaico-portugueses están disponibles en pequeño número en algunos viveros repartidos por todo el mundo. El resto de los cultivares galaico-portugueses y algunos europeos, que están mencionados en el International Camellia Register, se supone que están en pazos y jardines históricos en Galicia y Quintas portuguesas y constituyen un patrimonio vegetal de enorme valor que debe ser catalogado y conservado.

El conocimiento y catalogación de las camelias singulares es fundamental para conocer la diversidad y el patrimonio biológico de Galicia. Un problema importante para la caracterización de estos ejemplares es que los registros y catálogos antiguos internacionales (Baumann, 1835; Berlèse, 1843; Vershsaffelt, 1848-1860; Marques-Loureiro, 1872-73; Marques-Loureiro, 1881-82; Marques-Loureiro, 1882; Marques-Loureiro, 1889-90; Marques-Loureiro y Da Costa, 1892; Sequeira, 1892; Gerbing, 1943; Ellis, 1953; Moreira, 1968-69; Thoby, 1971) proporcionan descripciones insuficientes, heterogéneas y frecuentemente confusas de los distintos cultivares, que no permiten su uso como instrumento de identificación, por lo que es necesario utilizar descriptores morfológicos y técnicas moleculares de análisis del ADN que permitan una correcta caracterización fenotípica.

### **4. La camelia más allá del jardín: el té y el aceite**

---

En Occidente, la camelia es considerada como una planta ornamental, y son pocos los que saben que el té se prepara a partir de brotes y hojas jóvenes secas de un arbusto siempre verde, conocido en China y Japón como “cha”, que se corresponde botánicamente con la especie *Camellia sinensis*, originaria de la zona limítrofe entre China y Vietnam, y desde donde se difundió a Japón (s IX), India, Australia, Taiwán, etc.

Muchos creen que los diversos tipos de té son obtenidos de distintas plantas, sin embargo todos se obtienen siempre de la misma planta diferenciándose unos de otros según el tratamiento a que se someten sus hojas. El color del té elaborado está influido por el momento en que se frena la fermentación antes del secado total, necesario para su conservación. *Camellia sinensis* es en verdad una planta muy apreciada en una gran parte del mundo, su versatilidad como planta ornamental unida a su importancia como un proveedor del irremplazable té, la convierte en una planta de excelencia.

Pero la camelia se cultiva en Oriente por los muchos productos que de ella se obtienen, el género incluye más de 200 especies de las cuales solo unas pocas son cultivadas como ornamentales, la mayoría son consideradas en Asia como plantas de las que se obtiene, no solo el té, sino aceite, saponina, e incluso la madera de excelente calidad.

La fabricación de aceite es el segundo uso más importante de esta planta en China especialmente en las provincias de Jiangxi, Yunan y Zhejiang (zona sudoriental) donde más del 50% de la población consume este tipo de aceite a diario. El aceite se extrae por prensado de sus semillas. La Fine Tea Corporation, primer productor mundial de aceite de camelia, afirma que este aceite tiene un ligero sabor y aroma a té con un tenue toque de fondo a nuez y con un color amarillo con un matiz verde claro. Tanto sus características como sus propiedades químicas, muy similares a las del aceite de oliva, hacen de este aceite un producto inmejorable para su uso como aliño en ensaladas y para cocinar guisos, adobos y frituras entre otros. Si bien es difícil obtener estadísticas, hay datos que indican que en China se producen unos 250 millones de litros anuales de aceite de camelia

Hasta ahora se ha hecho referencia al aceite de camelia como un buen producto alimenticio, pero no se deben olvidar sus otros usos. Su alta concentración en ácidos grasos ayuda a reestablecer la elasticidad, el equilibrio y la suavidad de la piel. Ésta es la razón de que este aceite haya sido utilizado tradicionalmente para cuidar el pelo y la piel, especialmente en el tratamiento de pieles sensibles e irritadas. Es un aceite ideal para pieles grasas y acnéicas ya que regula la *secreción sebácea, desbloqueando poros e hidratando la piel y previniendo la formación de granos*. Éstas son las razones por las que este aceite se emplea en la industria cosmética (Shiseido, Estée Lauder, Dermacell Cosmetics, L'Occitane, Plante System entre otros) de manera generalizada para la elaboración de cremas, champús etc.

# COMUNICACIONES



# APLICACIÓN DEL ANÁLISIS PROTEÓMICO DE SEMILLA DE *Phaseolus vulgaris* PARA EL ESTUDIO DE LA DIVERSIDAD ENTRE ACERVOS GENÉTICOS

De La Fuente, M.<sup>1</sup>; Borrajo, A.<sup>2</sup>; López, M.<sup>2</sup>; Bermúdez, J.<sup>2</sup>; Santalla, M.<sup>1</sup>; De Ron, A. M.<sup>1</sup>; Zapata, C.<sup>2</sup>; Álvarez, G.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Misión Biológica de Galicia, CSIC. Pontevedra

<sup>2</sup> Departamento de Genética. Universidad de Santiago de Compostela. Santiago de Compostela

## 1. Introducción

La judía común es la legumbre más consumida en el mundo. Su domesticación se produjo a partir de formas silvestres de *P. vulgaris* distribuidas desde Méjico hasta Argentina en zonas de altitud moderada bajo climas tropicales y subtropicales. Debido a sus características de fecundación (autogamia) y a su sintenia con respecto a otras especies de legumbres, *P. vulgaris* se ha propuesto como una especie modelo entre las leguminosas (Gepts et al., 2005), lo que la convierte en una firme candidato para ser estudiado con metodologías proteómicas. Hasta la aparición de los marcadores de ADN se han utilizado proteínas de reserva y varios isoenzimas de la semilla para analizar la diversidad de la judía común en las zonas de origen y en otros centros de diversificación secundaria como es el caso de la Península Ibérica. El estudio de los patrones proteómicos de la semilla de la judía permitirá realizar nuevos estudios de diversidad que complementen estudios anteriores, añadiendo a su vez nueva información sobre los genes implicados en la variación intraespecífica (Gepts et al., 1988). Todas estas razones han llevado a realizar el análisis de tejido de semilla de judía usando electroforesis bidimensional (2-DE) con gradientes inmovilizados de pH (IPGs). Uno de los problemas críticos con los que se ha de lidiar cuando se trabaja en proteómica con tejido de plantas es la pequeña cantidad de proteínas y la presencia de compuestos que pueden interactuar con los protocolos habituales de la metodología proteómica (Saravanan y Rose, 2004). Por tanto, es importante establecer, como un primer paso, una estandarización y posterior selección de los protocolos de extracción que rinden una cantidad suficiente de proteínas, siendo compatibles, tanto con los métodos de 2-DE como con el posterior análisis por espectrometría de masas (EM). En el presente trabajo se han comparado tres protocolos diferentes de extracción en semilla de judía. Tras la selección del método basado en el fenol como el más adecuado para este tejido, se han analizado los patrones proteicos en semillas de judía pertenecientes a los dos acervos genéticos Mesoamericano y Andino.

## 2. Material y Métodos

Para el análisis comparativo de los tres protocolos de extracción y su estandarización se han usado 12 semillas del cultivar ICA Pijao. Para el análisis de diversidad entre acervos, basado en patrones proteicos de semilla, se han utilizado 12 semillas ICA Pijao (acervo Mesoamericano) y 12 semillas Calima (acervo Andino).

A partir de tejido previamente liofilizado y pulverizado en un mortero con nitrógeno líquido se han realizado cuatro réplicas de extracción para cada uno de los tres métodos analizados: TCA-acetona, efectivo para algunos tejidos, particularmente para aquellos vegetales jóvenes y para la inhibición de proteasas que causan la degradación proteolítica de proteínas; Fenol, que permite obtener extractos de proteínas de alta calidad con una contaminación mínima aparente; el kit comercial Clean-Up (GBiosciences), que precipita proteínas dejando en solución las sustancias interferentes como detergentes, sales, lípidos, compuestos fenólicos y ácidos nucleicos. Después de la extracción las proteínas se resuspendieron en una solución compatible con la primera dimensión, y se cuantificaron usando el kit CB-X Protein Assay (GBiosciences, St. Louis USA).

Para la optimización de la primera dimensión se hicieron pruebas con tiras IPG de varias longitudes (18 y 24 cm) y rangos de pH (3-10 y 4-7) lineales, así como de la carga de proteína aplicable a cada gel. Finalmente, se seleccionaron tiras de 24 cm con un gradiente lineal que se distribuye entre los pH 4 a 7, porque bajo estas condiciones se concentra la mayor parte de las proteínas de la semilla

de la judía reduciéndose el solapamiento y favoreciendo una distribución de los “spots” más uniforme en el gel. Después del equilibrado de las tiras se realizó la electroforesis en la segunda dimensión (SDS-PAGE) usando geles de poliacrilamida al 15%, junto con un marcador de peso molecular (15-200 kDa, Fermentas). Los geles se tiñeron usando Sypro Ruby (Lonza) y/o plata. Los geles fueron digitalizados y analizados con el programa PDQuest™ Advanced software v8.0.1 (Bio-Rad). Los volúmenes normalizados de los spots se utilizaron para evaluar las diferencias entre los distintos protocolos de extracción mediante un test de Mann-Whitney.

Se realizó una selección de 50 spots para realizar un análisis de espectrometría de masas. Los spots fueron extraídos de los geles de forma manual y posteriormente digeridos. La identificación de las proteínas se realizó usando MS MALDI-TOF/TOF.

### 3. Resultados y Discusión

---

Los rendimientos de los tres métodos en cuanto a la cantidad de proteína extraída fueron similares. Aunque los tres métodos permitieron conseguir geles de buena calidad, la extracción con fenol dio lugar a geles con un menor ruido de fondo, una mayor resolución de los spots y menos interferencias (streaking) tanto horizontales como verticales.

La integración de los geles de los distintos protocolos de extracción permitió detectar 571 spots. Dichos spots se distribuyeron de forma heterogénea en los geles, encontrándose una mayor saturación en el área superior derecha, donde se encuentran las proteínas más básicas y con alto peso molecular. El método del fenol extrajo un mayor número de proteínas ( $P < 0.05$ ) de este tipo.

El análisis cuantitativo de los spots reveló que 322 de los 571 spots presentaban diferencias significativas entre protocolos en cuanto a los volúmenes normalizados de los spots (Test Mann-Whitney  $P < 0.05$ ). El fenol presentó un mayor número de spots únicos (150) en comparación con aquellos encontrados en TCA-acetona (25) y Clean-up (39).

El análisis con EM de los 50 spots seleccionados permitió la identificación de 35 de ellos. La mayoría de las proteínas identificadas correspondió a *P. vulgaris* (67.5%) y el 15% a otras especies de legumbre tales como *P. acutifolius*, *Lotus japonicus*, *Pisum sativum* y *Vigna unguiculata*. Se han identificado proteínas muy abundantes en la semilla de *P. vulgaris* como las faseolinas, que representan la mayor proteína de reserva de la judía (más de un 50% de la proteína total), la lectina fitohemaglutinina y el inhibidor de la alfa-amilasa, que es una proteína relacionada con las lectinas. Todas las proteínas identificadas se clasificaron en diferentes grupos con respecto a su función biológica: proteínas de reserva, metabolismo de carbohidratos, defensa, respuesta a estrés, detoxificación, crecimiento y desarrollo, transporte de proteínas y metabolismo del nitrógeno.

Para la identificación de polimorfismos proteicos entre los acervos Andino y Mesoamericano se realizaron geles de proteínas extraídas de cuatro semillas del acervo Andino (Calima), y cuatro del acervo Mesoamericano (ICA Pijao). Los polimorfismos proteicos se identificaron como aquellos spots que presentaban diferencias en el punto isoeléctrico. Para una mejor identificación de dichos spots se realizaron cuatro nuevos 2-DE geles cargando una mezcla de proteínas (una semilla Andina y una semilla Mesoamericana). Dichos geles se compararon con sus correspondientes geles individuales de Calima e ICA Pijao. El análisis de todos estos geles dio lugar a la identificación de al menos 20 polimorfismos que permiten claramente identificar a los individuos de uno u otro acervo. La previa identificación por masas de varios de los spots ha permitido determinar que la mayoría de las proteínas involucradas en la diferenciación entre acervos pertenece al grupo de las proteínas de reserva.

### 4. Conclusiones

---

En resumen, el método de extracción del fenol es el más adecuado para establecer patrones proteómicos en semillas de judía, ya que produjo geles 2-DE con mayor calidad y permite extraer un mayor número de proteínas. El análisis de los patrones proteómicos realizados a partir de semillas pertenecientes a los distintos acervos nos permite detectar de forma rápida un elevado número de polimorfismos

proteicos, lo que posibilita la clara diferenciación de dichos acervos. La aplicación del análisis proteómico a otros tejidos de la planta tales como hoja, vaina o raíz dará lugar a la identificación de más polimorfismos que diferencien a ambos acervos, y nos permitirá entender las diferencias en la evolución de la judía en los dos centros de origen, así como ayudará a explicar la presencia de la gran diversidad genética que presenta este cultivo a lo largo de todo el mundo.

### **Agradecimientos**

---

Es trabajo ha sido financiado por el proyecto AGL2008-02091/AGR del Gobierno español y por fondos FEDER.

### **Referencias**

---

Gepts P; Beavis W; Brummer EC; Shoemaker EC; Stalker HT et al. 2005. Legumes as a model plant family. *Plant Physiology* 137:1228-1235.

Gepts P, Osborn TC, Rashka K, Bliss FA. 1986. Electrophoretic analysis of phaseolin protein variability in wild forms and landraces of the common bean, *Phaseolus vulgaris*: Evidence for multiple centers of domestication. *Econ Bot* 40:451-468.

Saravanan RS and Rose JK. 2004. A critical evaluation of sample extraction techniques for enhanced proteomic analysis of recalcitrant plant tissues. *Proteomics*. 4: 2522–2532.

## **BIODIVERSIDAD EN GENCIANA (*Gentiana lutea*, L.) EN LA MONTAÑA OCCIDENTAL DE LEÓN**

---

González, O.<sup>1</sup>; Varela, F.<sup>2</sup>; Cases, A.<sup>2</sup>; Casquero P.A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ingeniería y Ciencias Agrarias, Universidad de León. León

<sup>2</sup>Laboratorio de Plantas Aromáticas y Medicinales. Departamento de Medioambiente INIA. Madrid.

### **1. Introducción**

---

Desde el año 2008 se desarrolla un proyecto para el estudio de las poblaciones silvestres de genciana de la montaña Occidental de León coordinado por el Grupo de Investigación de Ingeniería y Agricultura Sostenible de la Universidad de León en colaboración con APROGEN (Asociación Promotora de la Genciana y otras plantas de interés de la montaña occidental leonesa), el Laboratorio de Plantas Aromáticas y Medicinales del INIA (Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria), y la Universidad Politécnica de Madrid.

El origen de la familia Gentianaceae está en Asia; el Himalaya y los altiplanos sino-tibetanos constituyen su centro de diversificación y de dispersión. Se distribuye en montaña, pastizales y laderas de los pisos altimontano y subalpino del centro y sur de Europa y de Asia Menor. Crece a una altitud entre 1000 y 2500 msnm. En León, en estado silvestre, siempre se halla por encima de los 1500 msnm. Es una planta perenne con reposo vegetativo invernal, prefiere climas frescos y suficientemente lluviosos. Terrenos soleados y luminosos. Soporta la sequedad del verano y la cobertura prolongada de nieve en invierno.

La genciana es muy apreciada por sus propiedades amargas. Uno de los principios activos que contiene la genciana, la amarogencina, está catalogado como la sustancia más amarga de origen natural que se conoce. El mecanismo de acción de las sustancias amargas comienza con una primera fase de inhibición gástrica a la que sigue la verdaderamente estimulante que provoca un aumento de la secreción salival y gástrica y sobre la motilidad del estómago.

El objetivo del trabajo es recolectar muestras de raíz, semillas y muestras de suelo para conocer su diversidad así como la posible relación entre los principios activos y la fertilidad del suelo.

### **2. Material y Métodos**

---

Para la planificación de las expediciones de recolección se ha partido del “Inventario de poblaciones silvestres de genciana” de APROGEN donde se cuenta con una cartografía detallada de la zona de actuación, con el apoyo de mapas 1:25000 del Instituto Geográfico Nacional: Torrestío 77-III, Valle de Lago 76-IV, Caballos de Abajo 101-I, Villablino 101-II, Palacios del Sil 101-III, Murias de Paredes 101-IV, Cabrillanes 102-I, Sena de Luna 102-II, Senra 102-III, Páramo de Sil 127-I y Colinas del Campo de Martín Moro 127-II. Se ha contado con un vehículo todo terreno, se han establecido las rutas y se ha contado con el equipamiento necesario de sacos, bolsas, sobres, cuchillos, cuadernos de campo, cámaras de fotos y mapas topográficos, marcándose con precisión los puntos de recolección mediante la utilización de un Sistema de Posicionamiento Global. Entre el 27 de agosto y el 4 de octubre de 2008 se han prospectado 42 poblaciones de genciana. En cada una de las poblaciones visitadas se ha recogido muestras de semilla, de raíz y de suelo.

Para el análisis de las muestras de suelo se utilizaron los métodos oficiales de análisis propuestos por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (1994).

Las muestras de raíz se conservan en un desecador para evitar la reabsorción de agua, (se trata de un producto altamente higroscópico). Los extractos metabólicos se obtuvieron por extracción mecánica (consistente en mantener en agitación, con un agitador mecánico de brazos, cantidades precisas de muestra y metanol), en un extractor soxhlet (0,5 g de muestra/50 ml de metanol) con una duración de 160 min. Posteriormente se filtra la suspensión, se elimina el marco y el extracto se evapora en rota-vapor a 38 °C, hasta eliminar todo el metanol. El extracto

obtenido por desecación se diluye en 5 ml de metanol para HPLC, se filtra a través de filtro de 0,5 $\mu$ m y se conserva en viales topacio y en nevera, hasta su análisis. Se han analizado por HPLC, cromatografía líquida de alta resolución, los extractos metanólicos y se han determinado los componentes característicos de la genciana.

### **3. Resultados y Discusión**

---

Los suelos en los que se desarrolla la genciana en la montaña occidental de León se caracterizan por presentar textura ligera (franco-arenosa en su mayoría), con valores medios de arenas del 55%, de limos del 41% y de arcilla del 4%). La media del pH es de 4,2, con un intervalo de variación comprendido entre 3,57 y 4,99. El contenido en materia orgánica es elevado en todas las muestras de suelo analizadas, presentando un valor medio del 17,9%, llegando en algunas parcelas a alcanzar valores del 36,2 %. La concentración de fósforo (Método Olsen) es en general baja presentando un valor medio de 5,81 mg/kg de suelo. Los valores medios de potasio son en general elevados en todos los suelos analizados. Asimismo los niveles de calcio y magnesio son muy altos en todos los suelos analizados. Por último destacar que en general todos los oligoelementos analizados, excepto el boro presentaron niveles altos en todos los suelos analizados.

En cuanto a los principios activos, los componentes de mayor interés en la raíz de genciana son los compuestos amargos (Ando et al., 2007), por su empleo en la industria farmacéutica, de entre todos ellos destacan por encontrarse en mayor cantidad el gentiopicrósido, con un intervalo de variación entre 8,18 y 32,11 mg/kg de raíz y la amarogencina con un valor medio de 1,07 mg/kg de raíz.

Ninguna de las variables analizadas en los suelos muestreados ha mostrado correlación con el contenido en principios activos en las raíces de genciana.

### **4. Conclusiones**

---

La genciana en la montaña occidental de León se desarrolla en suelos de textura ligera, con pH marcadamente ácido y elevados contenidos en materia orgánica. El contenido en principios activos de las raíces de genciana no presenta correlación con las variables registradas en los suelos analizados.

### **Agradecimientos**

---

A la Consejería de Medio Ambiente de la junta de Castilla y León que ha financiado el presente trabajo y a APROGEN, cuyos socios colaboran activamente en el desarrollo del proyecto.

### **Referencias**

---

Ando, H., Hirai, Y., Fujii, M., Hori, Y., Fukumura, M. 2007. The chemical constituents of fresh gentian root. *J. Natural Medicines* 61: 269-279

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA). 1994. *Métodos oficiales de análisis*. Tomo II. Madrid.

## HISTORIA DEL CULTIVO DE LAS PAPAS ANTIGUAS DE CANARIAS

Ríos Mesa, D.J.

Centro de Conservación de la Biodiversidad Agrícola de Tenerife. Servicio Técnico de Agricultura y Desarrollo Rural. Cabildo Insular de Tenerife. Tacoronte, Santa Cruz de Tenerife

### 1. Introducción de la papa en Europa y en Canarias

Hasta hace pocos años, la primera cita de papas (*Solanum* sp.) en Europa fue la realizada por Halminton (1934). Halminton encuentra en los libros de contabilidad del Hospital de la Sangre de Sevilla del Archivo Hispalense la fecha de 1573 como la cita más antigua de la llegada de papas a la Europa continental. Hawkes y Francisco-Ortega (1992), añaden posteriormente que las papas habían sido probablemente cosechadas en España.

La introducción de la papa en Canarias podría haberse realizado anteriormente a las fechas que han sido hasta el momento citadas, probablemente entre los años 1550 y 1560 (Ochoa, comunicación personal). Pero hasta la actualidad, las citas más fiables son las que hacen referencia a la década de los sesenta del siglo XVI.

En Canarias, la probable primera cita de papas, la realiza el autor portugués Gaspar Frutuoso en su Descripción de las Islas Canarias del libro I de “Saudades da Terra”. Según el traductor de esta obra, el profesor Pedro-Neasco Leal, la cita que se realiza para la Isla de La Gomera y La Palma, podría haber sido el primer texto en portugués en el que se emplea el término *batata* por “patata”. Esta aportación de Frutuoso podría datarse entre 1960 y 1964, pues para las islas de Tenerife, La Palma y La Gomera no da fechas posteriores a 1563.

La segunda referencia de papas, data de noviembre de 1567, en la que un notario da fe del envío de mercancías desde Gran Canaria a Amberes (Lobo-Cabrera, 1988).

*“...Y así mismo recibo tres Barriles medianos que decís  
Lleven patata y naranjas e Lemones berdes”.*

Lobo Cabrera (1988) cree que estas papas debieron ser plantadas entorno a 1560, mientras que Hawkes y Francisco-Ortega (1993) la ubican en 1562. Una nueva cita de la papa en Canarias datada en 1574 es la siguiente (Hawkes y Francisco-Ortega, 1993):

*“... Así mismo vinieron de Tenerife dos barriles de  
Patatas y ocho (...) llenos de aguardiente”.*

### 2. La papa en Canarias: reseñas históricas

Bandini (1816) y Viera y Clavijo (1866), dicen que fue D. Juan Bautista de Castro quien sembró las primeras papas procedentes del Perú en sus posesiones de Icod el Alto en 1622. Esta sería una de las primeras citas históricas del cultivo de la papa fuera de Sudamérica. Bandini cifra la producción de papas en Canarias en 127.697 fanegas.

Las papas que hoy existen en el viejo continente difieren significativamente de aquellas primeras entradas, ya que los agricultores y fitomejoradores han ido seleccionando los cultivares más adaptados y con mejores calidades y producciones. Pero en Canarias, el proceso no ha sido el mismo, ya que existen múltiples cultivares locales que se asemejan a los de los propios países andinos, y que son multiplicados por los agricultores generación tras generación. Esto hace pensar que descenden de los primeros tubérculos que llegaron a las Islas procedentes de América (Ríos, 2002).

En el siglo XVIII las papas comienzan a ser uno de los elementos más importantes de la dieta de los canarios. Según Sánchez-Manzano (1984), la cantidad y calidad de la cosecha de papas afectaba al precio del otro alimento básico como el trigo. La expansión en Canarias de la papa coincide con la crisis vitícola, pudiendo comprobar la importancia del cultivo a finales del siglo XVII y principios del XVIII si analizamos el momento a partir del cual el diezmo de papas se

individualiza dentro de los pagados a la Iglesia. Según Macías (1986), en Gran Canaria debemos esperar hasta 1809 para ver a las papas fuera del grupo que forman “huertas y pollos”, mientras que en Tenerife desde 1681 lo encontramos individualizado del mencionado grupo. Las Memorias de Lope Antonio de la Guerra i Peña, Regidor Perpetuo de la Isla de Tenerife, para los años 1778 y 1779, dejan constancia de la importancia de este cultivo:

*“Las papas, según lo que se ha aumentado su plantío se puede considerar su cosecha en segundo lugar [detrás del viñedo]”.*

Cuaderno III. Pp. 56

*“Las Papas es otra de las cosechas que abundan y que se han aumentado mucho de unos años á esta parte. (...). La gente pobre se alimenta mucho con éste fruto”.*

Cuaderno III. Pp. 20

En 1781 el mismo Lope Antonio de la Guerra i Peña escribe que este cultivo había alcanzado una gran importancia entre las clases populares de las Islas:

*“La cosecha de millo y legumbres fue buena con lo que se han remediado los pobres, cuyo pral alimento suele ser el gofio de millo, y papas. Cuaderno III. P. 72.*

En 1800, D. José de Bethencourt y Castro, nos dice que los pobres, “...prefieren una fanega de papas a la de cualquier otro grano” (Rodríguez, 1992).

En el siglo XIX, el Diccionario de Madoz (1845) nos relata la existencia de unas papas en Gran Canaria “...muy azucaradas, de un color amarillento y de un gusto exquisito;...”

D. Agustín Álvarez Rixo, en sus estudio sobre las papas “*Las Papas: memoria sobre su introducción, cultivo, importancia notable de su producto en las islas, y recomendable cualidad para los navegantes por ser dicho tubérculo eficaz preservativo contra la enfermedad del escorbuto*” (1868), enumera diversos cultivares antiguos, distinguiendo en función de la fecha del año en que se recolectan los tubérculos entre “*veraneras, inverneras y de medio tiempo*”.

En los Archivos de Santa Úrsula figuran los datos de llegada de papas de semilla en el siglo XIX desde Irlanda, Holanda e Inglaterra, y también desde Lanzarote y Fuerteventura (Rodríguez, 1992).

Como ya se ha reseñado, los primeros datos históricos (1560-1567) de la presencia de papas en Canarias son anteriores a la primera fecha de entrada de papas en Europa (1573). Estas primeras introducciones podrían ser pertenecientes a la ssp. *andigena*, tanto por las descripciones, como por los herbarios conservados. Así mismo, según Hawkes y Francisco Ortega, (1993), un barco que embarcase las papas de Chiloe (ssp. *tuberosum*), no era capaz de llegar a Europa con las papas en buen estado, lo que es confirmado aún más por el hecho de que los viajes directos por el Estrecho de Magallanes no habrían de producirse hasta 1579. Sin embargo, Ríos *et al.* (2007) cuestionan este probable único origen, determinando una alta probabilidad de que pudieran existir cultivares de papas en Canarias introducidas de forma paralela de los Andes y de Chiloe, siendo difícil determinar el origen concreto de todos los cultivares de papas que hoy se cultivan en estas islas, pues además se han producido numerosas entradas de papas europeas a lo largo de los dos últimos siglos. Así mismo, tal como establecen Spooner y Hettterscheid (2005), las papas podrían haber sido introducidas en Europa no sólo como tubérculos, sino como plantas en macetas o semillas sexuales, hecho éste muy probable en aquella época.

### **Agradecimientos**

A Desiré Afonso Morales por las correcciones del texto, y al proyecto INIA RFP2008-00014-00-00 por la financiación obtenida.

## Referencias

- Álvarez Rixo, J.A. 1868. Las papas: memoria sobre su introducción, cultivo, importancia notable de su producto en estas islas, y recomendable cualidad para los navegantes por ser dicho tubérculo eficaz preservativo contra la enfermedad del escorbuto. Boletín de la Real Sociedad Económica de Amigos del País de Las Palmas de Gran Canaria. nº 67, 68 y 73.
- Ames M., Spooner D.M. 2008. DNA from herbarium specimens settles a controversy about origins of the European potato. *Amer. J. Bot.* 95: 252-257.
- Bandini J.B., 1816. Lecciones elementales de agricultura teórica, práctica y económica. Tomo I. Imprenta Bazzanti, San Cristobal de La Laguna.
- Doyle E. 1797. Tratado sobre el cultivo, uso y utilidades de las patatas o papas. Imprenta Real. Madrid. 2ª Edición del texto de 1785.
- Frutuoso, G. 2004. Descripción de las Islas Canarias, Capitulo IX al XX del Libro I de Saudades da Terra. Centro de Cultura Popular Canaria. 297 pp.
- Hamilton E. 1934. American Treasure and the Price Revolution in Spain, 1501-1650. *Harvard Economic Studies*, vol XLIII, 196 pp, nº 2. Citado por: Salaman R. N. 1949. *The History and Social Influence of the potato*. Cambridge University Press, Cambridge. 685 pp.
- Hawkes J.G., Francisco-Ortega J., 1992. The potato in Spain during the late 16th Century. *Economic Botany* 46(1):86-97.
- Hawkes, J.G.; Francisco-Ortega J. 1993. The early history of the potato in Europe. *Euphytica* 70:1-7.
- Hernández, J.M. 2000. Anaga en el antiguo régimen. En: VV.AA. *Historia de Anaga, Proyecto para el Parque Rural de Anaga*. Fundación Universidad Empresa. La Laguna. Sin publicar.
- Macías Hernández, A. 1986. Fuentes para el estudio de la producción agraria de las Islas Canarias: el diezmo de la diócesis Canariense (1480-1820). *Anuario de Estudios Atlánticos* 32: 269-359.
- Madoz, P. 1845. *Diccionario Geográfico-Estadístico-Histórico de España y sus Posesiones de Ultramar*. Edición Facsímil. Canarias. Ámbito de Ediciones S. A. e Interinsular Canaria. Valladolid. 1986.
- Lobo Cabrera M. 1988. El comercio canario europeo bajo Felipe II. Viceconsejería de Cultura y Deportes de el Gobierno de Canarias y Secretaría Regional de Turismo, Cultura e Emigração de Governo Regional da Madeira. Funchal.
- Ríos Mesa D., Galván Rodríguez C., Gil González J., Gonzalez Rodríguez P., Perdomo Molina A., Suárez Encinosa T. 1999. Propuesta de Reglamento de la Denominación de Origen Papas Antiguas de Canarias. Asociación Canaria de Papa de Color. 77 pp. Sin publicar.
- Ríos D. 2002. Caracterización morfológica y ecofisiológica de un grupo de cultivares locales de papas de Tenerife. Tesis doctoral. Universidad de Santiago de Compostela. 273 pp.
- Ríos D, Ghislain, M, Rodríguez F, Spooner DM. 2007. What is the Origin of the European potato?. Evidence from Canary Island Landraces. *Crop Sci* 47:1271-1280.
- Rodríguez Mesa, M. 1992. *Historia de Santa Ursula*. Ilustrísimo Ayuntamiento de Santa Ursula. S/C de Tenerife.
- Sánchez-Manzano, F. 1984. *La Laguna, 1800-1860: Un estudio de Historia Agraria*. Memoria de Licenciatura. Facultad de Geografía e Historia, Universidad de La Laguna. Sin publicar.
- Salaman, R. N. 1949. *The History and Social Influence of the potato*. Cambridge University Press, Cambridge. 685 pp.
- Salaman, R. N. 1985. The potatoes of America and their relation on the early european varieties. En: *The History and social influence of the potato*. J.G. Hawkes (Ed.) Cambridge University Press.
- Spooner D.M.; Hetterscheid W.L.A. 2005. Origins, evolution, and group classification of cultivated potatoes. p.285–307. En T. J. Motley et al. (ed.) *Darwin's harvest: New approaches to the origins, evolution and conservation of crops*. Columbia Univ. Press, New York.
- Viera y Clavijo J. 1866. *Diccionario de Historia Natural de las Islas Canarias*. Excmo. Mancomunidad de Cabildos de Las Palmas. (Edición de 1982). Las Palmas de Gran Canaria.

## COMENTARIOS Y APORTACIONES A LA FLORA DE GALICIA

---

Pino, R.<sup>1</sup>; Pino, J. J.<sup>1</sup>; Silva-Pando, F. J.1,<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Centro de Investigación Forestal de Lourizán. D.X. Montes Consellería de Medio Rural. Xunta de Galicia. Pontevedra

<sup>2</sup> Departamento de Producción Vegetal. E.P.S. Universidad de Santiago de Compostela. Lugo

### 1. Introducción

---

Como continuación de las Aportaciones VIII (Gómez Vigide et al., 2006) se presentan un total de 21 taxones con diversos comentarios sobre sus características, taxonomía, corología u otros, fruto de diversas salidas y de la revisión de los materiales de herbario, fundamentalmente LOU y otros como SANT y MA.

En cuanto a la nomenclatura taxonómica se sigue a *Flora iberica* para las familias publicadas y a *Flora europaea* u otras fuentes actualizadas para el resto. Los autores de las combinaciones se han abreviado siguiendo a Brummitt y Powell (1992) en sus sucesivas ediciones.

En este trabajo, se sigue el orden establecido por el proyecto *Flora iberica* en la exposición de las familias.

### 2. Material y Métodos

---

La metodología empleada ha sido la común en estos trabajos, salidas al campo, herborización, secado y etiquetado. Los materiales recolectados por los autores han sido incluidos en los Herbarios LOU y Herbarios particulares de García Martínez (XRGM) y Gómez Vigide (GV), enviándose, en su caso, copias a otros herbarios.

Para cada cita, los datos son los escritos en la etiqueta del pliego o, en su caso, los de nuestras libretas de campo. En aquellos en los que no consta algún dato de municipio o georreferencia en la etiqueta del pliego, la hemos añadido nosotros, indicándolas entre corchetes.

La determinación se ha realizado mediante las Floras básicas, monografías u otros trabajos que figuran en la bibliografía.

### 3 Resultados

---

Se publican nuevas localidades, se hacen diversos comentarios y se aportan mapas de distribución de las siguientes especies en Galicia:

*Juniperus communis* L. subsp. *alpina* (Suter) Celak

*Quercus cerris* L.

*Quercus ilex* L. subsp. *ballota* (Desf.) Samp.

*Iberis ciliata* All. subsp. *contracta* (Pers.) Moreno

*Rubus idaeus* L.

*Euphorbia polygalifolia* Boiss. & Reut. ex Boiss. subsp. *hirta* (Lange) M. Lániz,

*Euphorbia flavicoma* DC. subsp. *occidentalis* M. Lániz

*Menyanthes trifoliata* L.

*Pedicularis sylvatica* L. subsp. *sylvatica*

*Pedicularis sylvatica* subsp. *lusitanica* (Hoffmanns. & Link) Cout.

*Echium vulgare* L. subsp. *vulgare*

*Echium vulgare* subsp. *pustulatum* (Sm.) E. Schmid & Gams in Hegi = *E. pustulatum* Sm. in Sibth. & Sm.

*Thymus longicaulis* C. Presl.

*Th. froelichianus* Opiz

*Th.praecox* Opiz subsp. *britannicus* (Ronninger) Holub = *Th. drucei* Ronninger

*Thymelaea coridifolia* (Lam.) Endl. subsp. *dendrobryum* (Rothm.) M. Lainz

*Senecio doria* subsp. *legionensis* (Lange) Chater = *S. doria* var. *subintegrum* Merino

*Luzula lactea* (Link) E.H.F. Meyer

*Alopecurus pratensis* L.

*Veratrum album* L.

# DIVERSIDAD FLORÍSTICA Y VARIABILIDAD DE LOS HORIZONTES EDÁFICOS SUPERFICIALES EN ROBLEDALES ATLÁNTICOS GALLEGOS

---

Silva-Pando, F. J.<sup>1,2</sup>; Alonso, M.<sup>1</sup>; Rozados, M. J.<sup>1</sup>; Quinteiro, F. I.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centro de Investigación Forestal de Lourizán. D.X. Montes Consellería de Medio Rural. Xunta de Galicia. Pontevedra

<sup>2</sup> Departamento de Producción Vegetal. E.P.S. Universidad de Santiago de Compostela. Lugo

## 1. Introducción

---

Los bosques de *Quercus* representan las comunidades climácicas del Noroeste Peninsular; actualmente menos del 10% de la superficie. Desde antiguo estos bosques han sido sometidos a explotación para leña, pastoreo o fuego, por lo que actualmente sufren una fuerte fragmentación. El conocimiento de la riqueza florística y los suelos es importante a la hora de la recuperación de esas masas e indirectamente designar áreas a proteger y su gestión.

Estudios anteriores sobre vegetación o suelos bajo estas especies en la zona son los de Dantas Barreto (1958), Izco et al. (1990), Silva-Pando et al. (1993, 1995, 2001), Díaz-Maroto (1997), Amigo et al. (1998), Díaz Maroto et al. (2005, 2006), así como otros incluidos en trabajos más amplios.

El objetivo de este trabajo es profundizar en el conocimiento de las relaciones entre la variabilidad florística y las características de los horizontes superficiales de los suelos que se desarrollan bajo los bosques de robles caducifolios y marcescentes atlánticos gallegos y relacionar la variabilidad entre ambos componentes del ecosistema robleal.

## 2. Material y Métodos

---

Se han estudiado masas gallegas de *Quercus robur*, *Q. pyrenaica* y *Q. petraea* e híbridos, asignables a diferentes asociaciones fitosociológicas. Se han levantado 289 inventarios fitosociológicos y tomado 327 muestras de suelo a 0-20 cm de profundidad y 223 muestras a 20-40 cm; de ellas, 136 y 125 análisis de suelos, de 0-20 y 20-40 cm respectivamente, se han realizado el análisis físico. Las muestras de suelo fueron secadas al aire, tamizadas a 2 mm y envasadas hasta su posterior análisis. En las muestras secas y tamizadas se realizó el análisis químico de macronutrientes y la determinación de caracteres físico-químicos (N, P, C, Mg, Ca, K, humedad, pH (Bará et al., 1983). Para la caracterización ecológica de las especies, se han utilizado los índices ecológicos de Ellenberg (Mayor López, 1999) para Asturias y la experiencia propia.

## 3. Resultados

---

Se han encontrado una media de 19,4 especies por inventario, que comprenden 260 especies más 12 a nivel genérico, que pertenecen a 63 familias, siendo las más frecuentes *Gramineae*, *Leguminosae*, *Compositae*, *Apiaceae* y *Rosaceae*. Más de 50 especies aparecen en más de 30 inventarios. Las especies más abundantes son *Pteridium aquilinum*, *Rubus* spp., *Lonicera periclymenum*, *Teucrium scorodoni* y *Holcus mollis* y 17 especies de helechos.

En el espectro corológico, hay dominancia de elementos eurosiberiano, seguidos de los 37 endemismos (17 %) (endemismos ibéricos, 6%; endemismos atlánticos, 11%), con endemismos regionales como *Cytisus ingrammi*, *Anemone trifolia* ssp. *albida*, *Saxifraga spathularis*, *Eryngium juresianum* y *Deschampsia caespitosa* ssp. *gallaecica*

El espectro biológico está dominado por los hemiptófitos, con un alto porcentaje de fanerófitos y geófitos en relación a comunidades de zonas próximas.

Los suelos son suelos arenosos o arenoso limosos, con porcentaje de arcilla más uniforme en el horizonte 20-40 cm y limo y arena más similar en ambos horizontes. Los porcentajes de carbono y materia orgánica son bajos, con los horizontes superficiales teniendo una concentración mayor para

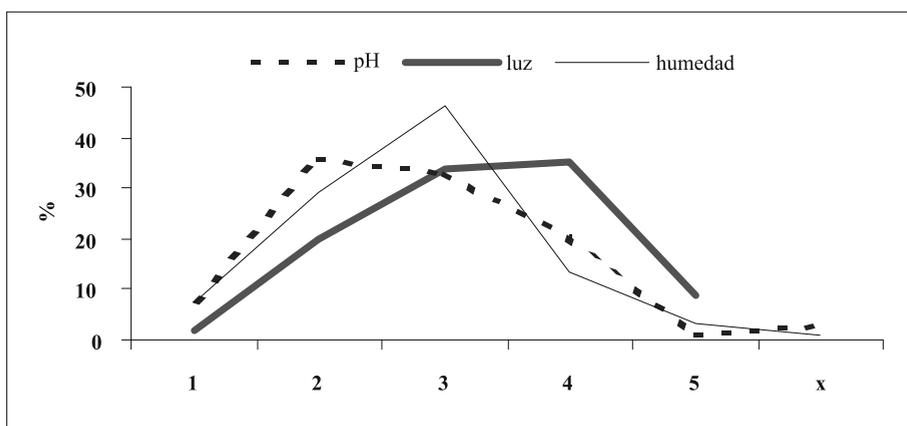
ambos parámetros. En el horizonte de 20-40 no se encuentran muestras con concentraciones mayores del 10% de carbono.

Los niveles de nitrógeno son bajos, con el horizonte superior presentando valores mayores para el nitrógeno. Los valores de la relación C/N son altos, indicando unos niveles de mineralización medios y bajos y ambos horizontes presentando valores muy similares para esta relación.

Los suelos son de ácidos a débilmente ácidos. El horizonte superficial presenta una mayor acidez y la dispersión de los valores es similar en ambos horizontes.

Al representar las especies de acuerdo a su carácter frente a la acidez, las especies de pH en ese intervalo deberían ser las más frecuentes, tal como se aprecia en la figura 1; según Mayor (1999), los valores 2 y 3, representan pH de 3,5-5,5 y 4,5-7,5, que coinciden bien con nuestras muestras.

En relación a la humedad, las especies muestran un carácter mesófilo y la luz del sotobosque corresponde a media luz, indicativo del temperamento de la especie.



**Figura 1.** Porcentaje del total de especies inventariadas en los robledales frente a los valores de pH, luz y humedad (según Mayor, 1999).

# ADAPTACIÓN DE ESPECIES FORESTALES INTRODUCIDAS A CLIMAS LOCALES TOMANDO COMO EJEMPLO EL PINO RADIATA EN GALICIA

Codesido, V.<sup>1</sup>; Fernández-López, J.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Fisiología Vegetal, Instituto de Investigaciones Agrobiológicas de Galicia, CSIC. Santiago de Compostela

<sup>2</sup> Centro de Investigación Forestal de Lourizán. Pontevedra

## 1. Introducción

La adaptación es la habilidad de una población para responder genética o fenotípicamente a los posibles cambios ambientales del entorno. La biodiversidad forestal es fundamental para mantener los ecosistemas forestales y que éstos mantengan su capacidad adaptativa a los cambios climáticos (Noss, 2001; Drever et al., 2006). Los efectos del cambio climático pueden alterar los bosques de múltiples maneras cambiando la biodiversidad local, alterando los ecosistemas (incrementando la posibilidad de incendios, el ataque de insectos u otras plagas, produciendo condiciones extremas de temperaturas o sequía y alterando por completo la productividad forestal; McCarthy, 2001; Millar et al., 2007). El uso de especies introducidas puede acarrear serios problemas sanitarios ya que pueden ser susceptibles a patógenos que no existían en su hábitat original o introducir enfermedades nuevas en la plantación de destino, así como no ser capaces de adaptarse a las nuevas condiciones climáticas y edáficas. Sin embargo, el uso de plantaciones de elevado interés comercial y gran productividad, puede reducir la continua pérdida de biodiversidad a largo plazo debido a que se evita con dichas plantaciones la deforestación y la degradación forestal. *Pinus radiata* D. Don es una de las coníferas más plantadas en el mundo. Su distribución nos da una idea de la facilidad de la especie para adaptarse a diferentes condiciones ambientales pero es imprescindible saber si esta adaptación se debe a su plasticidad fenotípica que es la propiedad de un determinado genotipo de producir diferentes fenotipos en respuesta a distintas condiciones ambientales. En este trabajo se ha demostrado que el pino radiata es una especie introducida con alta plasticidad fenotípica ya que se adapta muy bien a las distintas condiciones climáticas gallegas.

## 2. Material y Métodos

El material vegetal consistió en tres ensayos de progenie de 58 familias de medio-hermanos de polinización abierta, 50 procedentes de árboles superiores seleccionados en las masas gallegas, 6 procedentes del plan de mejora de la especie en el País Vasco y 2 de semilla comercial gallega. Se tomaron medidas de vigor, forma, resistencia a factores bióticos y abióticos y ritmos de crecimiento en todos los individuos tras 3 años posteriores a la plantación. Los resultados obtenidos, así como los detalles de todas las plantaciones pueden consultarse en Codesido y Fernández-López (2009a; 2009b).

## 3. Resultados y Discusión

Los resultados de este trabajo sugieren que existe interacción G x A pero ésta ocurre como consecuencia de un pequeño número de familias muy reactivas; de manera que la solución más eficaz para evitar la interacción en el programa de mejora de la especie, es identificar y eliminar las familias más reactivas. La selección debe realizarse basándose en la elección de los mejores ejemplares con respecto a la media y que además sean estables entre localizaciones. Conclusiones similares se obtuvieron para *Pinus radiata* en Australia (Johnson, 1992; Matheson y Raymond, 1984), y Nueva Zelanda (Johnson y Burdon, 1990).

## 4. Conclusiones

Los resultados obtenidos nos permiten descartar los peores ejemplares del plan de mejora y quedarnos con familias que poseerán una excelente calidad de madera, sin nudos, con entrenudos largos y rectos, que mejoren de manera considerable el aprovechamiento de la masa forestal,

umentando la productividad de la industria maderera sin necesidad de aumentar las cortas ya que, con menos cantidad de árboles, se obtendrá un mayor rendimiento. La depuración de los ejemplares indeseables del huerto, así como el tratamiento intensivo del mismo, aportará grandes cantidades de semilla de calidad de pino radiata para poder abastecer las necesidades presentes y futuras de forestación de la especie. Los datos obtenidos nos indican claramente que es posible la introducción de especies foráneas con elevada plasticidad fenotípica que permitirá en nuestras masas incrementar la biodiversidad, la ganancia genética de los caracteres más deseables y evitar las consecuencias negativas del cambio climático.

### **Agradecimientos**

---

Este estudio ha sido financiado mediante el proyecto INIA SC99-028. Queremos agradecer especialmente el trabajo de nuestros compañeros del vivero Mariano Díaz Arnedo, Ricardo Ferradás Crespo, Enrique Diz Dios, María Soledad Barcala Iglesias, María Isabel Juncal Pintos, María Luisa Blanco Moledo y Pilar Soto Peleteiro.

### **Referencias**

---

- Codesido, V., Fernández-López, J. 2009a. Genetic variation in seasonal growth patterns in radiata pine in Galicia (northern Spain). *Forest Ecology Management* 257: 516-528
- Codesido, V., Fernández-López, J. 2009b. Implication of genotype  $\times$  site interaction on *Pinus radiata* breeding in Galicia. *New Forests* 37: 17-34
- Drever, C.R., Peterson, G., Messier, G., Bergeron, Y.; Flannigan, M. 2006. Can forest management based on natural disturbances maintain ecological resilience? *Canadian J. Forest Research* 36: 2285-2299
- Johnson, I.G. 1992. Family-site interactions in radiata pine families in New South Wales, Australia. *Silvae Genetica* 41: 55-62
- Johnson, G.R., Burdon, R.D. 1990. Family-site interaction in *Pinus radiata*: implications for progeny testing strategy and regionalised breeding in New Zealand. *Silvae Genetica* 39: 55-62
- Matheson, A.C., Raymond, C.A. 1984. The impact of genotype  $\times$  environment interactions on Australian *Pinus radiata* breeding programs. *Australian Forest Research* 14:11-25
- McCarthy, J.P. 2001. Ecological consequences of recent climate change. *Conservation Biology* 15: 320-331
- Millar, C.I., Stephenson, N.I.; Stephens, S.L. 2007. Climate change and forests of the future: management in the face of uncertainty. *Ecological Applications*, 17: 2145-2151
- Noss, R.F. 2001. Beyond Kyoto: forest management in a time of rapid climate change. *Conservation Biology* 15: 578-590

# CONSERVACIÓN A LARGO PLAZO DE GERMOPLASMA DE FAGÁCEAS MEDIANTE CRIOCONSERVACIÓN DE EMBRIONES SOMÁTICOS

Valladares, S.; Martínez, M. T.; San-José, M. C.; Corredoira, E.; Vieitez, A. M.

Instituto de Investigaciones Agrobiológicas de Galicia, CSIC. Santiago de Compostela

## 1. Introducción

La crioconservación o almacenamiento en nitrógeno líquido (NL) se considera, actualmente, una de las técnicas más prometedoras para la conservación a largo plazo del germoplasma de especies que se propagan vegetativamente o poseen semillas recalcitrantes, siendo además un método complementario a los sistemas tradicionales de conservación. Durante la última década, los trabajos sobre la crioconservación de masas embriogénicas y embriones somáticos de especies forestales se ha ido incrementando en número e importancia, aplicándose ya a gran escala para la conservación de miles de líneas embriogénicas de coníferas (Häggman et al., 2000), de café, cacao o palma de aceite (Engelman, 2004). La combinación de embriogénesis somática y crioconservación es especialmente útil ya que con ella se puede mejorar considerablemente la capacidad de seleccionar genotipos superiores. Además la crioconservación facilita el manejo de las líneas embriogénicas reduciendo costes y tiempo empleado en ello, limitando así el riesgo de aparición de variación somaclonal o contaminación. Para la crioconservación de material embriogénico se aplica fundamentalmente el método tradicional del enfriamiento lento (ampliamente aplicado a cultivos embriogénicos de coníferas) o mediante la aplicación de técnicas basadas en la vitrificación. El objetivo de este trabajo consistió en la crioconservación de líneas embriogénicas de Fagáceas incluyendo roble, alcornoque y castaño mediante metodologías de vitrificación y/o desecación. En el caso del castaño también se han crioconservado líneas embriogénicas modificadas genéticamente.

## 2. Material y Métodos

En roble se utilizaron líneas embriogénicas inducidas a partir de hojas de plántulas (Cuenca et al., 1999) y hojas de árboles adultos (Toribio et al., 2004; Valladares et al., 2006). En alcornoque las líneas embriogénicas también se iniciaron de hojas de árboles adultos mientras que en castaño las líneas embriogénicas utilizadas fueron inducidas a partir de hojas aisladas de cultivos mantenidos mediante la multiplicación de yemas axilares (Corredoira, 2002). Todas las líneas embriogénicas se han mantenido mediante embriogénesis secundaria en medio de proliferación con subcultivos secuenciales cada 4-6 semanas. En los experimentos de crioconservación se utilizaron como explantos grupos de embriones somáticos (e.s.) en estadio globular-torpedo (4-6 mg) en el caso del roble, estadio globular (2-4 mg) en alcornoque y globular-corazón (6-8 mg) en castaño.

### Crioconservación mediante desecación: e.s. de roble y castaño

Los grupos de embriones se precultivaron durante 3 días en medio de proliferación en el que se incrementó la concentración de sacarosa a 0,3 M seguido de cuatro días con sacarosa 0,7 M. Posteriormente los explantos fueron transferidos a placas Petri vacías y expuestos a desecación en cámara de flujo laminar durante cinco periodos diferentes (0, 1, 2, 3 y 4 h). Después de cada periodo de desecación, la mitad de los explantos desecados se transfirieron a medio de proliferación (control de tratamiento) y la otra mitad se introdujo en crioviales con posterior inmersión en NL durante al menos 24 h. Después de la descongelación (2 min en baño a 40°C), los explantos se cultivaron en medio de proliferación durante 8 semanas.

### Crioconservación mediante vitrificación: e.s. de roble, alcornoque y castaño

Los grupos embriogénicos se precultivaron durante 3 días en medio de proliferación sin reguladores del crecimiento con la concentración de sacarosa incrementada a 0,3M. Posteriormente, las muestras se introdujeron en crioviales con 1,8 ml de solución de vitrificación PVS2 (Sakai y col., 1990).

Después de diferentes periodos de exposición a la solución de vitrificación (0, 60, 90 ó 120 min) se introdujeron en NL durante al menos 24 h. Después de la descongelación, los explantos se cultivaron en medio de proliferación durante 6-8 semanas. Además de los controles tratados con PVS2 y no crioconservados, también se utilizaron controles con material no tratado procedente del cultivo stock y material tratado solamente con sacarosa 0,3M.

En todos los experimentos, la toma de datos se llevó a cabo evaluando la recuperación embriogénica definida como el porcentaje de explantos que muestran formación de nuevos embriones somáticos en estado cotiledonar.

### **3. Resultados y Discusión**

---

Los mejores resultados en la crioconservación de embriones somáticos de roble y castaño se obtuvieron con la técnica de vitrificación. Con la técnica de desecación las tasas de recuperación embriogénica más altas fueron del 31-57% en roble y del 33% en castaño al aplicar el tratamiento de desecación en cámara de flujo laminar durante 2 horas lo que corresponde a un contenido hídrico de los tejidos del 25% (en base a peso fresco). Las tasas de recuperación embriogénica se incrementaron significativamente con la metodología de la vitrificación, obteniéndose valores entre el 57-92% en las diferentes líneas embriogénicas de roble independientemente de su origen, juvenil o adulto, y valores del 57-68% en las líneas embriogénicas de castaño. Las líneas embriogénicas de alcornoque mostraron una elevada capacidad de regeneración tras la crioconservación, alcanzándose valores alrededor del 90% en la mayoría de los genotipos.

### **4. Conclusiones**

---

El protocolo de crioconservación desarrollado permite el almacenamiento indefinido de germoplasma seleccionado de roble, alcornoque y castaño, permitiendo de esta forma la creación de un banco de germoplasma de genotipos de alto interés científico y comercial.

### **Referencias**

---

- Corredoira E. 2002. Desarrollo de Sistemas Embriogénicos en Olmo y Castaño. Tesis Doctoral, Santiago de Compostela.
- Cuenca B., San-José MC., Martínez MT., Ballester A., Vieitez AM. 1999. *Plant Cell Rep.* 18: 538-543.
- Engelman F. 2004. *In Vitro Cell Dev. Biol-Plant* 40: 427-433.
- Häggman HM, Aronen TS., Ryyänen LA. 2000. *Somatic Embryogenesis in Woody Plants Vol. 6* (eds) SM Jain, PK Gupta, RJ Newton, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp 707-728.
- Sakai A., Kobayashi S., Oiyama I. 1990. *Plant Cell Rep.* 9: 30-33.
- Toribio M., Fernandez C., Celestino C., Martínez MT., San-José MC., Viéitez AM. (2004). *Plant Cell Tiss. Org. Cult.* 76: 283-287.
- Valladares S., Sánchez C., Martínez MT., Ballester A., Viéitez AM. 2006. *Plant Cell Rep.* 25: 879-886.

# DIFERENCIACIÓN DE EJEMPLARES ANTIGUOS DE *CAMELLIA Japonica* MEDIANTE ANÁLISIS MORFOLÓGICO Y MOLECULAR

Vela, P.<sup>1</sup>; Salinero, C.<sup>1</sup>; Couselo, J. L.<sup>1</sup>; Sainz, M. J.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Estación Fitopatológica do Areeiro. Pontevedra

<sup>2</sup> Departamento de Producción Vegetal, Universidad de Santiago de Compostela. Lugo

## 1. Introducción

La camelia ornamental más cultivada es *Camellia japonica* L., especie de la que se han descrito más de 30000 cultivares. En jardines de pazos y casas señoriales de Galicia crecen ejemplares de *C. japonica* de más de cien años, de los que en muchos casos se desconoce el cultivar o se consideran de un determinado cultivar únicamente por el parecido de sus flores y hojas con dibujos y descripciones de libros antiguos y catálogos de viveros. La identificación correcta de los recursos genéticos de *C. japonica* es crucial para el manejo y conservación de colecciones y jardines y tiene un gran interés comercial, ya que existen viveros interesados en la propagación de material de ejemplares antiguos como cultivares gallegos. En Galicia, se han caracterizado y catalogado algunos ejemplares de camelia con valor histórico y cultural, utilizando descriptores morfobotánicos. Por otro lado, en los últimos años se han introducido las técnicas moleculares para la caracterización de material vegetal. En *Camellia sinensis* L., los marcadores genéticos de tipo microsatélite han permitido identificar y autenticar cultivares, por lo que podrían ser útiles para la diferenciación de cultivares de *C. japonica* L.

El objetivo de este trabajo fue caracterizar 13 ejemplares antiguos de *C. japonica* localizados en Galicia mediante descriptores morfobotánicos y marcadores microsatélite.

## 2. Material y Métodos

Se estudiaron 13 ejemplares de camelia mantenidos en 11 jardines de Galicia (Ayuntamiento de Marín, en Marín; Castillo de Soutomaioir, en Soutomaioir; Pazo de Mariñán, en Bergondo; Estación Fitopatológica do Areeiro, Facultad de Bellas Artes, jardines de la Herrería, jardines de Vicenti, Liceo Casino, Pazo de Gandarón y Pazo de Lourizán, en Pontevedra; Pazo Quiñones de León, en Vigo). Comparando sus características morfológicas con la información disponible en el *International Camellia Register* (ICR) (Savige, 1993), en catálogos de viveros y dibujos de publicaciones del siglo XIX y con plantas bien identificadas de colecciones vivas, 7 ejemplares se adscribieron al cultivar ‘Bella Romana’ y 6 al cultivar ‘Prince Eugene Napoleon’. Se consideraron ejemplares de referencia para cada cultivar el de la Estación Fitopatológica do Areeiro (‘Bella Romana’) y el del Pazo de Gandarón (‘Prince Eugene Napoleon’).

Se recogieron 12 flores y 12 hojas de cada planta para observar /o medir 30 descriptores morfobotánicos: porte de la planta; en hojas: longitud, ancho, índice foliar, forma de la lámina, forma del ápice, forma de la base, margen, color del haz y longitud del peciolo; en flor: forma y tamaño; en pétalos: número, forma, margen, color, distribución del color y venación; en estambres: presencia, número, disposición, color de los filamentos, color de las anteras, unión de la antera al filamento y dehiscencia de la antera; altura relativa entre androceo y gineceo; en petaloides: presencia, número, variegación y disposición.

Para la caracterización molecular, se extrajo ADN a partir de hojas congeladas a -80 °C de los 13 ejemplares antiguos y de 100 cultivares de *C. japonica* de la colección de la Diputación de Pontevedra. Se estudió el polimorfismo de 14 loci de tipo microsatélite descritos para *C. japonica* (Ueno et al., 1999, Abe et al., 2006) y *C. sinensis* (Freeman et al., 2004; Hung et al., 2008; Zhao et al., 2008), mediante un analizador genético ABI PRISM 310. La identificación de alelos se realizó utilizando GeneMapper 3.5.

## 3. Resultados y Discusión

Los descriptores morfológicos permitieron clasificar a los 13 ejemplares de camelia en dos grupos. En uno se incluyeron las 7 plantas adscritas inicialmente al cultivar ‘Bella Romana’ y en el otro los 6 ejemplares considerados del cultivar ‘Prince Eugene Napoleon’, coincidiendo con la identificación basada en información del ICR, publicaciones del siglo XIX y plantas de colecciones vivas.

Sin embargo, el genotipado del ejemplar de referencia y de los otros seis del grupo ‘Bella Romana’ reveló que al menos cuatro de los seis corresponden a cultivares diferentes y ninguno es idéntico al ejemplar de referencia (datos no mostrados). El perfil genético del ejemplar de referencia y de los cinco ejemplares del grupo ‘Prince Eugene Napoleon’ indicó que todas las plantas menos una pertenecen a este cultivar (datos no mostrados). Con los marcadores de tipo microsatélite se detectó, por tanto, mayor diversidad genética que la apreciada con los marcadores morfobotánicos. Esto no significa que se pueda prescindir de la caracterización morfológica de los cultivares de *C. japonica*, que, a pesar de que puede verse influida por factores de desarrollo y ambientales, es indispensable para una primera clasificación del material vegetal.

#### 4. Conclusiones

---

La utilización conjunta de descriptores morfológicos y de marcadores moleculares de ADN de tipo microsatélite puede ser una herramienta eficaz para la diferenciación de cultivares y para conocer de forma más precisa la diversidad del germoplasma de *C. japonica* en Galicia.

#### Agradecimientos

---

Trabajo financiado por la Xunta de Galicia (PGIDIT06RAG26103PR).

#### Referencias

---

- Abe H., Matsuki R., Ueno S., Nashimoto M., Hasegawa M. 2006. Dispersal of *Camellia japonica* seeds by *Apodemus speciosus* revealed by maternity analysis of plants and behavioral observation of animal vectors. *Ecol Research* 21: 732-740.
- Freeman S., West J., James C., Lea V., Mayes S. 2004. Isolation and characterization of highly polymorphic microsatellites in tea (*Camellia sinensis*). *Mol Ecol Notes* 4: 324 - 326.
- Hung C.Y., Wang K.H., Huang C.C., Gong X., Ge X.J., Chiang T.Y. 2008. Isolation and characterization of 11 microsatellite loci from *Camellia sinensis* in Taiwan using PCR-based isolation of microsatellite arrays (PIMA). *Conserv. Genet.* 9: 779-781.
- Savige T. 1993. The Internacional *Camellia* Register. International *Camellia* Society. Sydney, Australia.
- Ueno S., Yoshimaru H., Tomaru N., Yamamoto S. 1999. Development and characterization of microsatellite markers in *Camellia japonica* L. *Molecular Ecology* 8: 335-346.
- Zhao L.P., Liu Z., Chen E.L., Yao E.M.Z., Wang E.X.C. 2008. Generation and characterization of 24 novel EST derived microsatellites from tea plant (*Camellia sinensis*) and cross-species amplification in its closely related species and varieties. *Conserv. Genet.* 9: 1327-1331.

## VARIBILIDAD MORFÓLOGICA DE DIVERSAS POBLACIONES GALLEGAS DE *Betula celtiberica* ROTHM. & VASC.

---

Silva Pando, F. J.<sup>1,2</sup>; Rozados Lorenzo, M. J.<sup>1</sup>; Fernández López, J.<sup>1</sup>; Barreiro Filgueira, P.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centro de Investigación Forestal de Lourizán. D.X. Montes Consellería de Medio Rural. Xunta de Galicia. Pontevedra

<sup>2</sup> Departamento de Producción Vegetal. E.P.S. Universidad de Santiago de Compostela. Lugo

El género *Betula* está representado en España por dos especies: *Betula alba* (= *B. pubescens* Ehrh.) y *B. pendula* Roth (= *B. verrucosa* Ehrh.), de las cuales en Galicia sólo es autóctono el grupo *alba*. La variabilidad natural de este grupo llevó a a describir una especie nueva, *B. celtiberica* Rothm. & Vasc. (= *B. pubescens* subsp. *celtiberica* (Rothm. & Vasc.) Rivas-Martínez), que se extiende por el Noroeste ibérico, desde Baixo Litoral en Portugal hasta Lérida, bajando hasta Madrid. En Galicia esta especie se extiende por las 4 provincias, desde poco más de 100 m de altitud hasta las más altas montañas orientales, superando los 1800 m.

El objetivo de este estudio es conocer la variabilidad natural intra e interpoblacional en Galicia, de forma que permita mejorar su conocimiento y ayudar a caracterizar estas poblaciones frente al resto de la europeas.

Se han delimitado 8 zonas en Galicia y dentro de ellas se han seleccionado 3 localidades por zona (separadas entre 5 y 15 km entre sí). En cada localidad se han seleccionado 15 árboles y en cada árbol se han tomado 15 ramas. Para este artículo, sólo se ha utilizado una población por zona.

Los datos medidos corresponden a variables de rama (glándulas resiníferas, lenticelas y pilosidad, forma y pilosidad de las hojas y aquenios (largo y ancho de la nuez y alas y pilosidad). También se ha incluido la altitud de la localidad.

Del análisis de los datos se ha comprobado que se ajustan a una distribución normal, Para el análisis de varianza se ha tomado como factor fijo la localidad y como factores anidados, el árbol en localidad y muestra en árbol. Las comparaciones múltiples entre localidades se han efectuado con el test de Duncan, considerando un nivel de probabilidad fijado en 0,05.

Para los aquenios, las muestras de cada árbol han sido homogéneas, no apreciándose diferencias significativas entre ellas, mientras que para cada localidad se observan diferencias entre individuos. La mayoría de las variables muestran un efecto muy significativo (<0,0001) de la altitud. Las plantas de la zona Lovios-Xurés presentan los valores más altos para el ancho de nuez, ala y aquenio, seguido de Terra Chá. Los menores valores se obtienen en muestras de la Sierras orientales ourensanas y la dorsal gallega, en las montañas entre A Coruña y Lugo.

Para los demás parámetros foliares y de rama, se observan variaciones entre las distintas poblaciones e individuos.



# POSTERS



## **LOS ANTOCIANOS COMO MARCADORES DE LA BIODIVERSIDAD EN CULTIVARES DE VID (*Vitis vinifera* L) CULTIVADOS EN GALICIA**

Zamuz, S.<sup>1</sup>; Graña, M.J.<sup>2</sup>; Lorenzo, A.I.; Magán, M.<sup>1</sup>; Vilanova, M.<sup>1</sup>; Masa, A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Misión Biolóxica de Galicia (CSIC). Pontevedra

<sup>2</sup> EVEE de Ribadumia (Xunta de Galicia). Ribadumia, Pontevedra

### **1. Introducción**

Tradicionalmente la caracterización de cultivares de vid se ha venido realizando mediante la descripción de sus características morfológicas y agronómicas, que –como es sabido– en muchos casos dependen en exceso de las condiciones ambientales. Así, la búsqueda de marcadores bioquímico-moleculares (DNA, enzimas,...) de utilidad para la caracterización y la clasificación de los cultivares de vid ha sido una constante. En este sentido, entre los compuestos metabólicos utilizados con éxito en quimiotaxonomía de la vid, destacan los de naturaleza fenólica, y entre ellos –y para las variedades tintas– los antocianos, responsables del color y alguna otra característica organoléptica de uvas y vinos. Pertenecen al grupo de los flavonoides y en las viníferas están presentes como formas monoglucosiladas de cinco antocianidinas (cianidina, delfinidina, petunidina, peonidina y malvidina) y sus correspondientes acetyl-, *p*-cumaroyl y cafeoyl derivados. Presentamos aquí la caracterización antociánica de seis cultivares tintos de vid cultivados en Galicia, el conocido como Tinta Oubiña y cinco de los que han adquirido mayor relevancia en nuestra Viticultura por su interés enológico: Mencía, Brancellao, Sousón, Merenzao y Mouratón.

### **2. Material y Métodos**

Uvas en estado de madurez tecnológica, recogidas durante tres años consecutivos en la colección de la EVEC de Ribadumia, se han llevado a nuestro laboratorio y congelado a -23° C hasta el momento de su elaboración. Las pieles fueron separadas de la pulpa manualmente y los antocianos extraídos, separados e identificados mediante HPLC-DAD y espectrofotometría UV-vis de acuerdo con el método de Pomar et al. (2005).

### **3. Resultados y Discusión**

De un total de 26 derivados antociánicos separados, se han podido identificar total o parcialmente 19, confirmando su estructura química mediante hidrólisis y co-cromatografía frente a patrones comerciales. La observación de la tabla 1, que muestra las concentraciones medias relativas de cada uno de estos compuestos para cada cultivar, permite deducir que las formas monoglucosiladas fueron siempre las más abundantes, particularmente las de la malvidina. En este sentido, el cultivar Brancellao, para el que los derivados de la peonidina fueron mayoritarios, es una excepción. Se debe destacar también el elevado contenido en cianidin-3-glucósido del cv. Tinta Oubiña, que supera ampliamente los valores medios del resto de cultivares.

### **4. Conclusiones**

El análisis de antocianos ha permitido diferenciar, incluso cualitativamente, los seis cultivares estudiados y establecer una huella dactilar específica para cada uno de ellos.

### **Agradecimientos**

A la Xunta de Galicia por la financiación del proyecto 07MRU016403PR; a la Excm. Deputación Provincial de Pontevedra por la beca EFA-MBG a M. Magán..

### **Referencias**

Pomar, F., Novo, M., Masa, A. 2005. Varietal differences among the anthocyanin profiles of 50 red grape cultivars studied by HPLC. *J. Chromatogr. A*. 1094: 34-31.

Picos	tr	$\lambda_{max}$	Compuesto	Concentración relativa (%)						
				Tinta ouhña	Mouratón	Brancellao	Mencia	Merenzao	Sousón	
1	3,3	277; 346; 524	Delfinidin-3-glucósido	7,79	9,63	3,75	4,34	4,78	14,62	
2	4,5	279; 330; 515	Cianidin-3-glucósido	17,49	2,62	5,70	2,15	2,51	4,73	
3	5,4	277; 347; 526	Petunidin-3-glucósido	8,81	10,26	5,21	6,39	6,58	15,09	
4	7,9	279; 515	Peonidin-3-glucósido	24,69	11,95	36,51	14,43	12,80	7,96	
5	9,4	277; 348; 526	Malvidin-3-glucósido	26,37	33,90	28,99	38,13	38,38	39,77	
6	11,9	280; 523	Delfinidin-3-acetil-glucósido	0,27	1,42	0,35	0,80	0,54	0,83	
7	15,2	278; 349; 526	Desconocido 1	0,26	0,20	-	0,27	0,27	0,07	
8	15,6	280; 524	Desconocido 2	0,27	-	-	-	-	0,09	
9	16,3	280; 514	Cianidin-3-acetil-glucósido	0,53	0,37	0,42	0,31	0,31	0,14	
10	16,6	283; 534	Desconocido 3	0,22	-	-	-	-	-	
11	17,9	280; 527	Desconocido 4	0,27	-	-	-	0,22	0,24	
12	18,4	278; 528	Petunidin-3-acetil-glucósido	0,38	1,68	0,41	1,17	0,78	0,65	
13	18,7	276; 536	Desconocido 5	0,28	-	-	-	0,21	0,06	
14	19,3	278; 524	Desconocido 6	0,26	-	-	-	-	-	
15	21,2	280; 526	Desconocido 7	0,33	0,15	0,27	-	0,25	-	
16	21,9	280; 530	Petunidin-3-cafeoil-glucósido	0,24	0,14	0,32	0,25	0,23	0,12	
17	22,3	280; 519	Peonidin-3-acetil-glucósido	1,02	3,71	2,34	3,57	2,43	2,19	
18	23,0	278; 348; 526	Malvidin-3-acetil-glucósido	1,05	6,69	1,94	8,80	5,68	2,75	
19	23,6	281; 526	A1-cafeoil-glucósido?	0,40	0,21	0,38	0,32	0,30	0,10	
20	23,8	283; 519	A2-cafeoil-glucósido?	1,38	0,69	1,03	0,57	0,79	0,48	
21	24,0	282; 527	A3-cafeoil-glucósido?	0,94	0,25	0,34	0,35	0,46	0,21	
22	24,5	281; 534	Delfinidin-3-p-coumaroil-glucósido	0,92	1,87	0,68	1,25	1,70	1,46	
23	24,8	282; 529	Cianidin-3-p-coumaroil-glucósido	0,38	0,24	0,64	0,27	0,42	0,06	
24	25,2	280; 535	Petunidin-3-p-coumaroil-glucósido	0,41	0,39	0,53	0,47	0,94	0,22	
25	26,8	282; 519	Peonidin-3-p-coumaroil-glucósido	2,32	4,03	5,76	4,85	4,56	0,98	
26	27,4	282; 534	Malvidin-3-p-coumaroil-glucósido	2,73	9,61	4,44	11,29	14,87	7,19	

Tabla 1. Tiempos de retención, características espectrales y concentración relativa de los compuestos identificados en los cultivares estudiados.

# COMPOSICIÓN ESTILBÉNICA DE MOSTOS DE LA VARIEDAD ALBARIÑO (*Vitis vinifera* L).

---

Zamuz, S.; Magán, M.; Vilanova, M.; Masa, A.

Misión Biolóxica de Galicia, CSIC. Pontevedra

## 1. Introducción

---

Los compuestos de naturaleza estilbénica han adquirido un considerable interés en los últimos tiempos, no sólo por sus propiedades como antioxidantes, que confieren efectos beneficiosos sobre la salud humana a los alimentos que los contienen, sino también por su papel en la defensa de las plantas frente a situaciones de estrés biótico y abiótico. En el caso concreto de la vid, estos compuestos han sido estudiados fundamentalmente en vinos tintos y por su interés en el campo de los alimentos funcionales, pero se sabe que muchos de ellos (resveratrol y derivados) actúan también como fitoalexinas frente al ataque de organismos patógenos. En este trabajo presentamos los resultados del análisis de estilbenos en mostos de la variedad Albariño y durante tres años consecutivos, con el objetivo de estudiar la posible relación entre el contenido en estos compuestos fenólicos y las condiciones ambientales, pudiéndose observar la existencia de diferencias significativas para dos de los estilbenos identificados, la *trans*-astringina y el *trans*-resveratrol.

## 2. Material y Métodos

---

Mostos de la variedad Albariño, recogidos durante tres años consecutivos en bodegas de la D.O. Rías Baixas, se han llevado a nuestro laboratorio y congelado a -23° C hasta el momento de su análisis. Para la extracción, separación e identificación de los derivados estilbénicos, se ha seguido el método establecido por Masa et al. (2007) para el estudio de uvas de variedades blancas gallegas, siendo la cromatografía líquida en fase inversa (HPLC-DAD) y la espectrofotometría UV-vis las principales técnicas utilizadas en este proceso.

## 3. Resultados y Discusión

---

Se han podido separar e identificar un total de 4 estilbenos (*trans*-astringina, *trans*-resveratrol, *trans*-piceido y *cis*-piceido) y un estilbenoide que, de acuerdo con López-Hernández et al. (2007), podría ser generado por la acción de la luz UV sobre la forma *cis* del resveratrol. De la observación de la tabla I, que muestra las características cromatográficas y espectrofotométricas de los compuestos identificados así como su concentración media en los tres años estudiados, se puede deducir que los estilbenos más abundantes en todos los casos son las formas *cis* y *trans* del piceido, un glucósido derivado del resveratrol; que el año I es el que presenta mayor contenido en todos y cada uno de los estilbenos identificados, y que existen diferencias significativas entre los años estudiados para *trans*-resveratrol y *trans*-astringina. Nuestros resultados coinciden con lo adelantado por Bavaresco et al. (2007), que relacionan la mayor presencia de estilbenos con las condiciones climatológicas, particularmente con la mayor humedad relativa y la menor temperatura en la última fase de la maduración.

## 4. Conclusiones

---

De la observación de nuestros resultados se puede deducir que existe una clara relación entre la concentración de estilbenos y las condiciones climatológicas, de forma particular en el momento del envero. En efecto, el año I, en el que los valores de estilbenos en los mostos de Albariño fueron notablemente superiores, presentó en envero (tabla II) la mayor humedad relativa, el menor número de horas de sol, la menor temperatura y la mayor precipitación de los tres años, una situación que se repite para los tres primeros parámetros cuando se considera el periodo envero-maduración.

## Agradecimientos

---

A la Excm. Deputación Provincial de Pontevedra por la beca EFA-MBG a M. Magán.

## Referencias

- Bavaresco, L.; Pezzutto, S.; Gatti, M.; Mattivi, F. 2007. Role of the variety and some environmental factors on grape stilbenes. *Vitis* 46: 57-61.
- López-Hernández, J.; Paseiro-Losada, P.; Sánchez-Silva, A.T.; Lage-Yusty, M.A. 2007. Study of the changes of *trans*-resveratrol cause by ultraviolet light and determination of *trans*- and *cis*-resveratrol in Spanish white wines. *Eur. Food Res. Technol.* 225: 789-796.
- Masa, A.; Vilanova, M.; Pomar, F. 2007. Varietal differences among the flavonoid profiles of white grape cultivars studied by high-performance liquid chromatography. *J. Chromatogr. A.* 1164: 291-297.

**Tabla 1.** Tiempos de retención, características espectrales y concentración media ( $\mu\text{g/L}$ ) de los estilbenos identificados en mostos de Albariño.

Picos	$t_R$	$\lambda_{\text{max}}$	Compuesto	Concentración media ( $\mu\text{g/L}$ )			Sig.
				Año I	Año II	Año III	
1	29,7	303; 314	<i>trans</i> -astringina	36,4 <sup>a</sup>	8,2 <sup>b</sup>	9,2 <sup>b</sup>	*
2	38,1	305; 319	<i>trans</i> -piceido	105,2	47,4	39,7	ns
3	51,6	285	<i>cis</i> -piceido	123,0	54,6	54,9	ns
4	56,6	261; 297; 341; 358	estilbenoide	5,1	3,5	1,1	ns
5	57,6	305; 318	<i>trans</i> -resveratrol	41,5 <sup>a</sup>	7,6 <sup>b</sup>	3,2 <sup>b</sup>	***

Las diferentes letras que aparecen como superíndices indican diferencias significativas de acuerdo con el test MDS con una  $p < 0,05$ . Sig: diferencias significativas; \*\*\* $p \leq 0,001$ ; \* $p \leq 0,05$ ; ns: no hay diferencias significativas.

**Tabla 2.** Características climatológicas de los años estudiados.

		Agosto	Septiembre	Total
Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )	Año I	18,6	18,5	37,1
	Año II	20,9	17,8	38,7
	Año III	21,1	18,5	39,6
Precipitación (mm)	Año I	119	43	162
	Año II	12	89	101
	Año III	58	130	188
Humedad relativa (%)	Año I	85	79	----
	Año II	66	73	----
	Año III	65	79	----
Horas de sol (h/mes)	Año I	219	224	443
	Año II	303	270	572
	Año III	278	174	452

# LOS FLAVONOLES COMO MARCADORES DE LA BIODIVERSIDAD EN CULTIVARES BLANCOS DE VID (*Vitis vinifera* L) CULTIVADOS EN GALICIA.

Zamuz, S.<sup>1</sup>; Lorenzo, A.<sup>1</sup>; Graña, M.J.<sup>2</sup>; Magán, M.<sup>1</sup>; Vilanova, M.<sup>1</sup>; Masa, A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Misión Biolóxica de Galicia, CSIC. Pontevedra

<sup>2</sup> EVEC de Ribadumia (Xunta de Galicia). Ribadumia, Pontevedra

## 1. Introducción

Tradicionalmente la caracterización de cultivares de vid se ha venido realizando en base a la aplicación de métodos ampelográficos y/o ampelométricos, que describen –entre otras– sus características morfológicas y agronómicas, caracteres en muchos casos dependientes en exceso de las condiciones ambientales. La búsqueda de marcadores de utilidad para la caracterización y la clasificación de los cultivares de vid ha sido una constante, y entre los compuestos metabólicos utilizados con éxito destacan los flavonoides y entre ellos –y para las variedades blancas– los flavonoles. En las viníferas, los flavonoles están mayoritariamente presentes como formas glicosiladas en posición 3 de dos agliconas, la Quercetina y el Kaempferol. En este trabajo presentamos la caracterización flavonólica de seis de los más importantes cultivares blancos de vid cultivados en Galicia: Albariño, Blanco lexítimo, Caiño blanco, Loureiro, Torrontés y Treixadura.

## 2. Material y Métodos

Uvas en estado de madurez tecnológica, recogidas durante tres años consecutivos en la colección de la EVEC de Ribadumia, se han llevado a nuestro laboratorio y congelado a -23° C hasta el momento de su elaboración. Las pieles fueron separadas de la pulpa manualmente y los flavonoles extraídos, separados e identificados mediante HPLC-DAD y espectrofotometría UV-vis de acuerdo con el método de Masa et al. (2007).

## 3. Resultados y Discusión

Se han podido separar e identificar total o parcialmente 14 flavonoles, confirmando su estructura química mediante hidrólisis y co-cromatografía frente a patrones comerciales. De la observación de la tabla 1, que muestra las concentraciones medias relativas de cada uno de estos compuestos para cada cultivar, se puede deducir que las formas más abundantes en todos los casos son las derivadas de la Quercetina, de forma particular las glicosidades con glucosa y galactosa, mientras que entre los derivados del Kaempferol es siempre el glucurónido el más abundante. Se debe señalar también el elevado contenido en Quercetina-3-O-rutinósido del cultivar Loureiro y la relativamente baja presencia de rhamnósidos en todos los cultivares estudiados.

## 4. Conclusiones

El análisis de los flavonoles ha permitido diferenciar, tanto de forma cuantitativa como cualitativamente, los seis cultivares estudiados y establecer una huella dactilar específica para cada uno de ellos, lo que confirma la validez del método.

## Agradecimientos

A la Xunta de Galicia por la financiación del proyecto 07MRU016403PR y a la Excm. Deputación Provincial de Pontevedra por la beca EFA-MBG a M. Magán.

## Referencias

Masa, A., Vilanova, M., Pomar, F. 2007. Varietal differences among the flavonoid profiles of white grape cultivars studied by high-performance liquid chromatography. J. Chromatogr. A., 1164: 291-297.

Picos	IR	$\lambda$ max	Compuesto	Concentración relativa (%)					
				Alb arino	Blanco lexítimo	Caño blanco	Loureiro	Torrónés	Treixadura
1	33,9	256; 354	Quercetin -3-O-rutinosido	7,45	4,30	5,33	11,42	7,94	5,50
2	34,2	256; 354	Quercetin -3-O-glucuronido	14,34	13,36	17,83	19,37	20,69	14,89
3	34,8	256; 354	Quercetin -3-O-galactosido	20,01	31,29	28,79	18,13	23,34	28,01
4	35,2	256; 352	Quercetin -3-O-glucosido	28,06	17,07	38,53	36,96	34,34	39,07
5	37,1	256; 354	Quercetin -3-O-rhamnosido	1,28	1,32	0,53	0,57	0,53	0,80
6	38,4	254; 353	Quercetin -3-O-glicosido	0,27	0,21	-	0,11	0,30	0,19
7	38,9	265; 347	Kaempferol -3-O-rutinosido	4,77	5,25	1,63	1,32	5,97	2,12
8	39,5	265; 342	Kaempferol -3-O-glicosido	0,88	0,76	0,50	1,79	1,49	0,13
9	41,2	265; 347	Kaempferol -3-O-glucuronido	21,14	24,66	6,74	9,30	24,47	7,82
10	43,2	256; 352	Quercetin -3-O-glicosido	1,15	0,53	0,51	0,90	1,50	1,34
11	44,3	265; 348	Kaempferol -3-O-glicosido	0,36	0,49	-	-	-	-
12	46,1	265; 352	Kaempferol -3-O-glucosido?	0,08	0,10	-	-	-	-
13	49,8	264; 346	Kaempferol -3-O-rhamnosido	0,09	0,56	-	-	-	-
14	61,1	254; 367	Isothamnetina	0,11	0,10	0,12	0,13	0,12	0,14

Tabla 1. Tiempos de retención, características espectrales y concentración relativa de los compuestos identificados en los cultivares estudiados.

## LA VARIEDAD ALBARIÑO EN EL VALLE DEL SALNÉS (D.O. RÍAS BAIXAS)

Otero-Mazoy, I.<sup>1</sup>; Canosa, P.<sup>1</sup>; Rodríguez-Vega, I.<sup>1</sup>; Oliveira, J.M.<sup>2</sup>; Masa, A.<sup>1</sup>; Vilanova, M.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Misión Biológica de Galicia, CSIC. Pontevedra, España

<sup>2</sup> IBB-Institute for Biotechnology and Bioengineering, Centre of Biological Engineering, Universidade do Minho. Braga, Portugal

### 1. Introducción

El “Valle del Salnés” es la subzona de la D.O. Rías Baixas con más del 50% de la superficie vitícola de la D.O.. Dentro de las variedades de uva cultivadas en esta D.O., la Albariño (*Vitis vinifera L.*) se destaca como la más representativa, suponiendo un 95% de la producción total (Consello Regulador D.O. Rías Baixas, datos cosecha 2009).

En el presente trabajo, se realizó una caracterización aromática de la uva Albariño producida en el Valle del Salnés en la cosecha 2009.

### 2. Material y Métodos

La uva empleada se obtuvo de un viñedo de la variedad Albariño (Pe Redondo, Bodegas Martín Codax) situado en el Valle del Salnés, dentro de la D. O. Rías Baixas en la cosecha 2009. Los mostos obtenidos fueron sulfitados a razón de 40mg/L y desfangados durante una noche a 10°C. La fermentación alcohólica se realizó siguiendo el método propuesto por Sampaio et al. (2007). Al final de la fermentación los vinos obtenidos fueron trasegados, sulfitados y embotellados.

Las extracciones, identificación y cuantificación de los compuestos volátiles se realizaron por el método Oliveira (2006). La identificación se realizó con un cromatógrafo de gases Chrompack CP-9000 equipado con inyector Split/Splitless y un detector de ionización de llama (FID).

### 3. Resultados y Discusión

En los vinos analizados se identificaron y cuantificaron, por el método de GC-FID, compuestos volátiles pertenecientes a las familias de los monoterpenos, C<sub>13</sub>-norisoprenoide, compuestos en C<sub>6</sub>, alcoholes, ésteres y acetatos, ácidos volátiles y fenoles volátiles. Para cada compuesto volátil cuantificado, se calculó el valor de su actividad aromática (OAV) como cociente entre la concentración detectada y su umbral de percepción. En la tabla 1 se muestran las concentraciones medias, el OAV y los descriptores de los compuestos volátiles presentes en concentraciones superiores a su umbral de percepción (Ui), así como de los monoterpenos linalol y citronelol, que si bien se encuentran en concentraciones por debajo de su umbral de percepción, han sido largamente descritos como identificadores aromáticos de los vinos “Albariños” (Cortes et al., 2003)

A pesar de que los compuestos mayoritarios cuantificados en los vinos de Albariño, fueron los pertenecientes al grupo de los alcoholes y de los ácidos volátiles, al analizar la repercusión de cada componente en el aroma (unidades OAV), se observó que son la b-damascenona, y los ésteres etílicos del ácido hexanoico y octanoico los que afectan de forma más importante al aroma del vino.

Basándonos en los descriptores aromáticos de los compuestos con mayor incidencia en los vinos analizados, se trataría de vinos afrutados, principalmente con aromas de manzana y fruta madura. Cabe destacar también, los aromas florales (principalmente rosas), amielados y los especiados derivados de alcoholes, C<sub>13</sub>-norisoprenoides y acetatos. Estos descriptores coinciden con los utilizados por catadores en estudios previos (Vilanova y Vilariño, 2006; Campo et al., 2008), que destacaron la predominancia de aromas afrutados, principalmente manzana, frutas tropicales y fruta madura, y de rosas.

#### 4. Conclusiones

En este trabajo realizado sobre la composición volátil de vinos Albariño procedentes de viñedos del Valle del Salnés en la cosecha 2009 hemos observado, una vez más, que estos vinos destacan por su contenido en compuestos que aportan aromas principalmente afrutados y florales.

#### Agradecimientos

Agradecemos a la bodega Martín Codax su colaboración tanto con medios humanos como materiales.

#### Referencias

- Campo, E. Do, B.V., Ferreira, V., Valentín, D. 2008. Aroma properties of Young Spanish monovarietal White wines: a study using sorting task, list of terms and frequency of citation. *Austr. J. Grape Wine Res.* 14: 104-115
- Dieguez S.C., Lois L.C., Gómez E.F., De la Peña M.L.G. 2003. Aromatic composition of the *Vitisvinifera* grape Albariño. *LWT Food Sci. Technol.* 36: 585.
- D.O. Rias Baixas. [www.doriasbaixas.com](http://www.doriasbaixas.com)
- Oliveira, J.M., Faria, M., Sá, F., Barros, F., Araújo I.M. 2006. C6-alcohols as varietal markers for assessment of wine origin. *Anal. Chim. Acta* 563: 300-309
- Sampaio, T.L., Kennedy, J.A., Vasconcelas, M.C. 2007. Use of microscale fermentations in grape and wine research. *Am. J. Enol. Vitic.* 58: 534-539.
- Vilanova, M., Vilariño, F. 2006. Influence of geographic origin on aromatic descriptors of Spanish Albariño wine. *Flavour Fragr. J.* 21: 373-378.

Tabla 1. Concentración individual ( $\mu\text{g/L}$ ),  $U_i$ , OAV y descriptores de los compuestos volátiles detectados en los vinos de Albariño.

**Tabla 1.** Concentración individual ( $\mu\text{g/L}$ ),  $U_i$ , OAV y descriptores de los compuestos volátiles detectados en los vinos de Albariño.

Familias de compuestos	Compuesto	Concentración ( $\mu\text{g/l}$ )	$U_i$ ( $\mu\text{g/l}$ )	OAV	Descriptor aromático
Monoterpenos	Linalol	11,8	25	0,47	Floral, lavanda
	Citronelol	26,3	100	0,26	Cítrico
C13 norisoprenoides	$\beta$ -damascenona	7,5	0,05	149,82	Manzana, rosa, miel
Alcoholes	2+3-metil-1-butanol	52275,6	14000	3,73	Rosa, lila, especias, miel
	2-feniletanol	20518,8	10000	2,05	Rosa, fruta madura
Esteres etílicos y acetatos	3-metil butanoato de etilo	13,4	3	4,47	Frutal, manzana
	hexanoato de etilo	375,3	14	26,81	Frutal, manzana, fruta madura
	octanoato de etilo	168,3	5	33,65	Manzana, fruta madura
	Acetato de 2-feniletilo	1061,4	250	4,25	Rosa, miel, tabaco
Ácidos	ácido 2+3-metoxibutírico	171,7	34	5,05	Queso, rancio, sudor
	ácido hexanoico	928,3	420	2,21	Sudor, aceite vegetal
	ácido octanoico	2525,6	500	5,05	Queso, sudor

## LA COMPOSICIÓN TERPÉNICA DE LA VARIEDAD GODELLO EN LA D.O. VALDEORRAS

---

Canosa, P.<sup>1</sup>; Otero-Mazoy, I.<sup>1</sup>, Rodríguez-Vega, I.<sup>1</sup>, Oliveira, J. M.<sup>2</sup>, Masa, A.<sup>1</sup>, Vilanova M.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Misión Biológica de Galicia, CSIC. Pontevedra, España

<sup>2</sup> IBB-Institute for Biotechnology and Bioengineering, Centre of Biological Engineering, Universidade do Minho. Braga, Portugal

### 1. Introducción

---

Los aromas varietales son los responsables de la tipicidad del vino, puesto que proceden de la propia uva (Rocha et al., 2007) y de ellos terpenos y C13-norisoprenoides son los más importantes. Estos pueden encontrarse como compuestos aromáticos libres o como compuestos glicosilados. Los primeros son aquellos que pueden ser detectados directamente por el olfato, mientras que los segundos se corresponden con aquellos que están unidos a un azúcar mediante un enlace glicosídico, por lo tanto inodoros, manifestándose únicamente cuando son liberados a través de diversas reacciones químicas o enzimáticas.

La uva Godello es la variedad blanca más importante de la Denominación de Origen (D.O.) Valdeorras. El objetivo de este estudio fue estudiar la composición terpenica de esta variedad en la cosecha 2009. Estudios previos de las características sensoriales de los vinos elaborados con variedad Godello en la D.O. Valdeorras, describieron estos vinos como afrutados (Vilanova, 2009).

### 2. Material y Métodos

---

*Muestras:* Las muestras de uva (3 kg) de la variedad Godello de los viñedos de D.O. Valdeorras fueron recogidos en el momento óptimo de maduración en la cosecha de 2009. Las uvas fueron despalilladas de forma manual y prensadas. El mosto extraído se almacenó a -20°C hasta el momento de su análisis.

*Preparación de muestra.* La extracción y fraccionamiento de los compuestos libres y glicosilados se lleva a cabo mediante extracción en fase sólida (SPE) según la metodología descrita por Oliveira et al. (2008). El análisis de los extractos obtenidos se lleva a cabo mediante cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (GC-MS), con identificación por comparación de los espectros de masas y los tiempos de retención de los patrones puros. Las concentraciones se expresan como equivalentes de 4-nonanol.

### 3. Resultados y discusión

---

La concentración total de terpenos detectados en la fracción libre y en la fracción ligada ha sido 5,7µg/L y 33,0µg/L, respectivamente. La presencia de terpenos libres supuso el 15 % de la cantidad total de terpenos detectados en el mosto procedente de esta variedad.

En la figura 1 se muestra a nivel individual los compuestos detectados tanto en la fracción libre como en la glicosilada.

Sólo se han detectado cinco terpenos en la fracción libre, de los cuales Geraniol ha sido el más abundante (3,5µg/L). Los restantes compuestos terpénicos identificados no superan el microgramo por litro. Linalol, Nerol y Geraniol proporcionan aromas florales, mientras que Citronelol aromas cítricos.

En la fracción ligada, se han detectado 13 terpenos, que en general presentan niveles superiores que en la fracción libre. Cabe destacar la importante contribución de óxido furánico de linalol cis (7,5µg/L) y (Z)-8-hidroxilinalol (6,6µg/L), así como otros en menor concentración (3,7-dimetil-1,5-octadien-3,7-diol y ácido geránico) que son precursores de terpenos que proporcionan notas florales, verdes y térreas.

### 4. Conclusiones

---

En este trabajo se ha estudiado la composición terpénica en mostos de la variedad Godello de la D.O. Valdeorras. Se han identificado un mayor número de compuestos de naturaleza terpénica en la fracción glicosilada frente a la libre. Cabe destacar la presencia de compuestos que proporcionan notas florales, cítricas y herbáceas, tal como se ha identificado en estudios sensoriales previos sobre esta variedad.

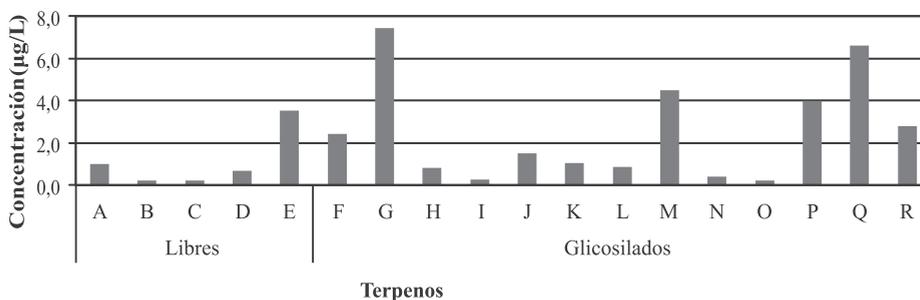
## Agradecimientos

Los autores desean mostrar su agradecimiento al Consejo Regulador de la D.O. Valdeorras por su colaboración en este trabajo, así como al Ministerio de Ciencia e Innovación y a la Xunta de Galicia por la financiación de los diferentes programas de investigación.

## Referencias

- Oliveira J.M., Oliveira P., Baumes R.L., Maia M.O. 2008. Volatile and glycosidally bound composition of Loureiro and Alvarinho wines. *Food Sci. Technol. Int.* 14: 341-353
- Rocha S.M., Coelho E., Zrostlikova J., Delgadillo I., Coimbra M.A. 2007. Comprehensive two-dimensional gas chromatography with time-of flight mass spectrometry of monoterpenoids as a powerful tool for grape origin traceability. *J. Chromatogr. A.* 1161: 292-299
- Vilanova M., Masa A., Tardáguila J. 2009. Evaluation of the aroma descriptors variability in Spanish grape cultivars by quantitative descriptive analysis. *Euphytica* 165: 383-389

**Figura 1.** Concentración de terpenos en la fracción libre y glicosilada en la variedad Godello de la D.O. Valdeorras.



**Libres:** A:Linalol; B:Óxido piránico de linalol trans; C:Citronelol; D:Nerol; E:Geraniol

**Ligados:** F:Óxido furánico de linalol trans; G:Óxido furánico de linalol cis; H:Linalol; I: $\alpha$ -terpineol; J:Óxido piránico de linalol trans; K:Óxido piránico de linalol cis; L:Nerol; M:Geraniol; N:3,7-dimetil-1,5-octadien-3,7-diol; O:Hidroxicitronelol; P:(E)-8-hidroxilinalol; Q:(Z)-8-hidroxilinalol; R:Ácido geránico.

## **MADURACION DE LA UVA MENCIA EN AMANDI Y CHANTADA (D.O. RIBEIRA SACRA) DURANTE LAS COSECHAS 2009 Y 2010**

---

Rodríguez-Vega, I.<sup>1</sup>; Otero-Mazoy, I.<sup>2</sup>; Canosa, P.<sup>2</sup>; Queijeiro, J. M.<sup>1</sup>; Masa, A.<sup>2</sup>; Vilanova, M.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias. Universidad de Vigo. Ourense

<sup>2</sup> Misión Biológica de Galicia-CSIC. Pontevedra

### **1. Introducción**

---

La Ribeira Sacra es una zona vitícola situada al Noroeste de España, en la Comunidad Autónoma de Galicia, concretamente al Sur de la provincia de Lugo y al Norte de la provincia de Ourense. Los viñedos están plantados en laderas con fuertes pendientes entalladas por los cauces de los ríos Miño y Sil (Dominguez, 2001). Esta Denominación de Origen se divide en 5 subzonas: Amandi, Chantada, Ribeiras de Miño, Ribeiras de Sil y Quiroga-Bibei.

La zona de Ribeira Sacra cuenta con un clima que combina características atlánticas con características mediterráneas. Existen variaciones climáticas entre las diferentes subzonas de la denominación, pero en general, la Ribeira Sacra se caracteriza por tener veranos y otoños calurosos y poco húmedos, sin embargo su precipitación anual media es de 800mm lo que mantiene a su vez un paisaje muy frondoso (Blanco-Ward et al., 2007)

La variedad tinta más cultivada en la Denominación de Origen es la *Vitis vinifera* Mencía. Esta variedad fue caracterizada en estudios previos por aromas de fruta madura, balsámico, regaliz, mineral y cuero (Vilanova et al, 2005). El objetivo de este trabajo fue estudiar las diferencias en la maduración de la variedad Mencía en dos zonas de esta D.O. y en dos campañas 2009 y 2010.

### **2. Material y Métodos**

---

Las parcelas muestreadas fueron: Subzona de Amandi: Lugar Doade, Altitud 302 msnm, orientación Sureste y Subzona de Chantada: Lugar Nogueira, Altitud 274 msnm, Orientación Este. El material vegetal utilizado es la variedad *Vitis vinifera* Mencía. En este estudio se comparan las campañas de 2009 y 2010. Los días en que se muestrearon las dos parcelas fueron para la campaña 2009 el 27 de Agosto y el 2 y el 9 de Septiembre, y para la campaña 2010 el 25 y 30 de Agosto y el 7 de Septiembre. En las dos campañas se utilizó el mismo procedimiento de muestreo. En cada una de las parcelas se seleccionaron al azar diez cepas de la variedad Mencía. En cada muestreo se recogieron aleatoriamente bayas de cada una de las cepas. Una vez en el laboratorio se prensaron las bolsas para extraer el mosto de las bayas y proceder a su análisis. Utilizando parámetros clásicos se analizó el pH, la acidez total y el grado alcohólico probable.

### **3. Resultados y Discusión**

---

En la figura 1 se puede observar la evolución de acidez, pH y grado alcohólico potencial durante la maduración de la variedad Mencía en Amandi y Chantada en las cosechas 2009 y 2010. En ambas campañas el grado alcohólico probable y el pH es superior en la subzona de Amandi. Sin embargo, la acidez en esta subzona es notablemente inferior a la de Chantada. Una vez más se demuestra el efecto del Terroir sobre la maduración de la uva en la Ribeira Sacra. La variabilidad del terreno y el clima en esta denominación hace que el comportamiento de la variedad Mencía sea diferente muy condicionado por las diferencias de altitud entre ambas zonas estudiadas.

### **4. Conclusiones**

---

Los resultados muestran en ambas campañas que en la subzona de Chantada la variedad Mencía es mucho más tardía en maduración que la de Amandi. En el momento de la vendimia la uva de la subzona de Amandi tenía unas características bioquímicas más óptimas que las de la subzona de Chantada.

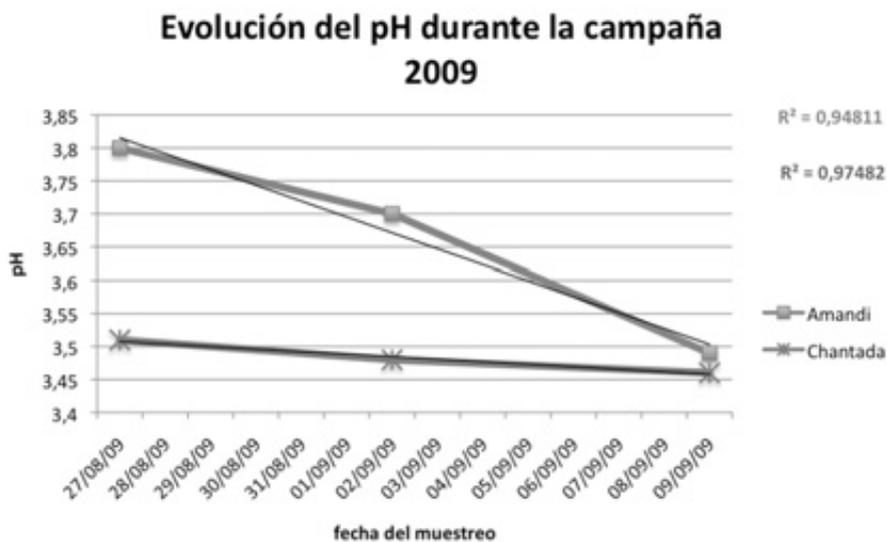
## Agradecimientos

Los autores quieren agradecer la colaboración en este estudio del Consello Regulador de la Denominación de Origen Ribeira Sacra así como al Ministerio de Ciencia e Innovación y a la Xunta de Galicia por la financiación de los diferentes programas de investigación.

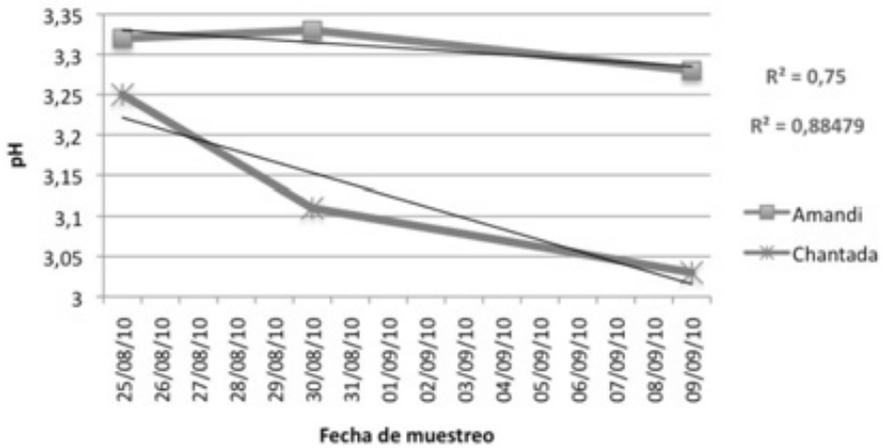
## Referencias

- Blanco-Ward D., Garcia Quijeiro J.M., Jones G.V. 2007. Spatial climate variability and viticulture in the Miño River Valley of Spain. *Vitis* 46:63-70.
- Dominguez M.J. 2001. Suelos de viñedo en terrazas de la zona de Sober-Monforte. PFC. Mem. Mec. PFC Facultad de Ciencias de Ourense. Pp. 163
- Vilanova M., Soto B., 2005. The impact of geographic origin on sensory properties of *Vitis vinifera* cv. Mencía. *J. Sensory Studies*, 20: 503-511.

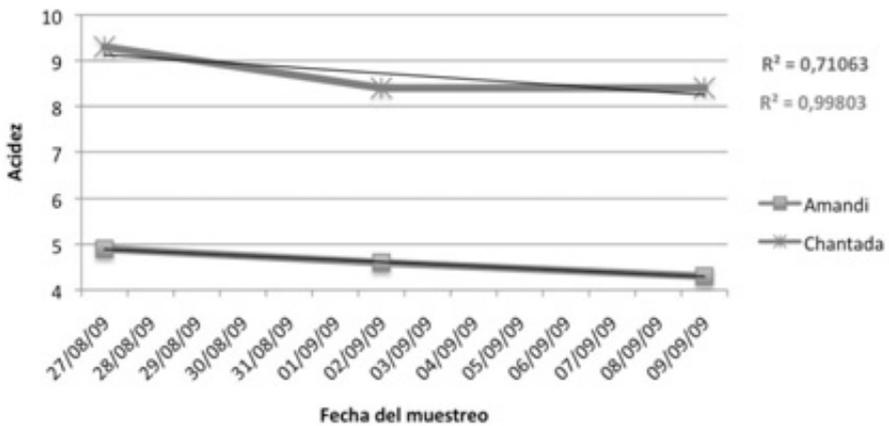
**Figura 1.** Evolución del pH, acidez y grado alcohólico probable en la maduración de la variedad Mencía.



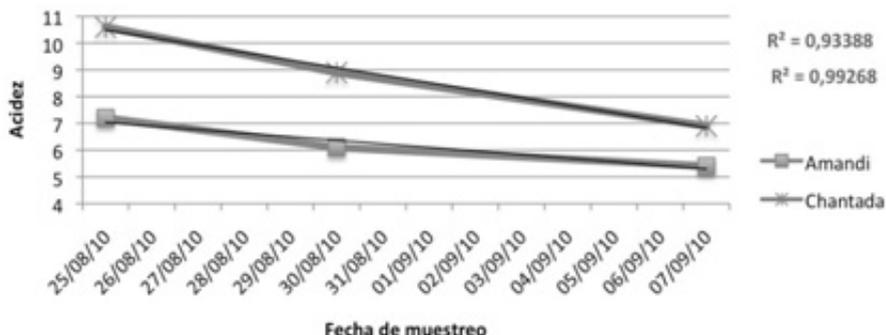
### Evolución del pH durante la campaña 2010



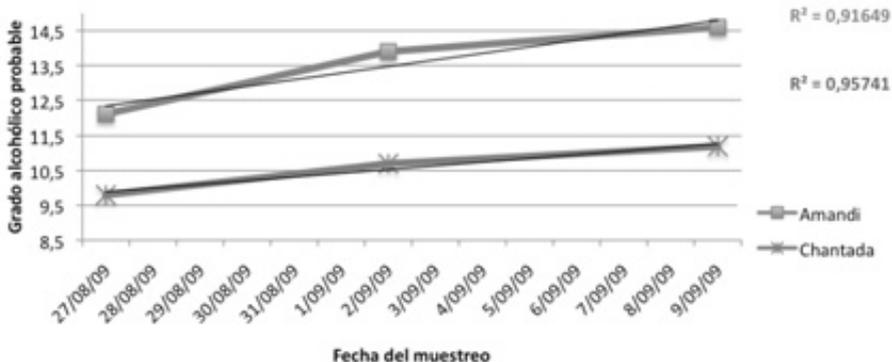
### Evolución de la acidez durante la campaña 2009



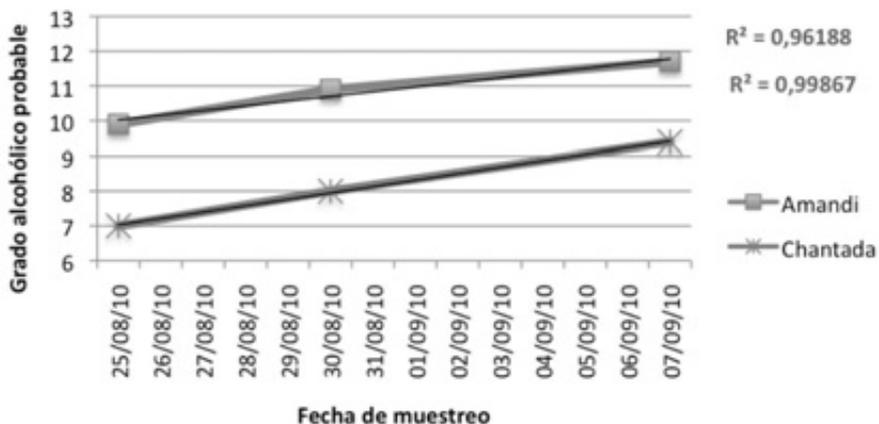
### Evolución de la acidez durante la campaña 2010



### Evolución del grado alcohólico probable en la campaña 2009



### Evolución del grado alcohólico probable en la campaña 2010



## MICROPROPAGACIÓN DEL ALISO COMÚN PARA LA CONSERVACIÓN DE SU GERMOPLASMA

San José, M. C.<sup>1</sup>; Vieitez, A. M.<sup>1</sup>; Janeiro, L. V.<sup>2</sup>; Corredoira, E.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Fisiología Vegetal, CSIC. Santiago de Compostela

<sup>2</sup>INLUDES. Diputación Provincial de Lugo. Lugo

### 1. Introducción

En los últimos años se ha detectado una agresiva plaga causada por el hongo *Phytophthora alni* que está secando miles de alisos en toda Europa. La enfermedad se caracteriza por una lesión necrótica en la raíz y cuello del árbol, con un exudado oscuro en la zona externa, disminución del número y del tamaño de las hojas que presentan un color más amarillento, un incremento de la fructificación y el árbol atacado suele morir rápidamente. Entre las especies de alisos europeos (*Alnus glutinosa*, *A. cordata*, *A. viridis* y *A. incana*), *A. glutinosa* es la especie predominante en Galicia y la que presenta una mayor susceptibilidad al ataque del hongo (Webber y Gibbs, 2006). Existe una gran preocupación por el efecto que una sequía masiva de alisos tendría sobre los ecosistemas fluviales, dada la importancia que estas formaciones vegetales tienen en el funcionamiento ecológico de los ríos, como hábitats de especies catalogadas y por los múltiples servicios ambientales y sociales a los que contribuye. Por estos motivos, planteamos en este trabajo el desarrollo de un protocolo para la micropropagación y conservación del aliso como una forma de preservar su diversidad genética.

### 2. Material y Métodos

**Establecimiento:** Para la iniciación de los cultivos se recogieron ramas de la copa de 4 árboles de entre 25-30 años de la Reserva de la Biosfera “Terras do Miño” (R1-R4) y renuevos basales de un árbol de entre 20-25 años que había sido talado en las proximidades de Santiago de Compostela (G1). Las recogidas de material se efectuaron en los meses de noviembre y junio. Las estaquillas se forzaron a brotar en un fitotrón y los ápices y nudos (1 cm) de los brotes desarrollados se utilizaron para establecimiento *in vitro* una vez esterilizados con hipoclorito sódico al 0.6%. El medio de cultivo está compuesto por las sales y vitaminas de Woody Plant Medium (WPM, Lloyd y McCown 1980), sacarosa 3%, agar Difco 0.7%, 2 mg/l de 6-benciladenina (BA) y 0,5 mg/l de ácido indol acético (AIA). El pH de los medios se ajustó a 5.7 antes de autoclavar.

**Multiplicación:** Se utilizó el medio WPM, realizando 3 ciclos de transferencia a medio fresco de 3 semanas cada uno. Como reguladores de crecimiento se utilizaron BA 0,2 mg/l + AIA 0,5 mg/l en el 1<sup>er</sup> ciclo, reduciendo la concentración de BA a 0,1 mg/l en el 2<sup>o</sup> y 3<sup>er</sup> ciclo y adicionando además 0,5 mg/l de zeatina en el tercero. Como explantos se utilizaron segmentos apicales y basales de los brotes. Los ensayos se realizaron con el clon G1. Los resultados se recogieron al final de los 3 ciclos de transferencias (9 semanas).

**Enraizamiento:** La formación de las raíces adventicias se indujo en brotes de 2-3 cm aislados de los cultivos en multiplicación del clon R4. Se utilizó el medio WPM con los macronutrientes reducidos a la mitad con o sin la adición al medio de 0.1 mg/l de ácido indol butírico (AIB). Los resultados se evaluaron a las 4 semanas.

Todos los cultivos se mantuvieron en una cámara con temperatura (25/20°C día/noche) y fotoperíodo (16/8h) controlado, con una intensidad luminosa de 50-60  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ .

### 3. Resultados y Discusión

**Establecimiento:** Los mejores resultados (100%) se obtuvieron con el clon G1 de origen juvenil, mientras que en el resto de los clones los porcentajes de establecimiento oscilaron entre un 14% (R1, recogida de Junio) y un 75% (R3, recogida de noviembre). El tiempo de estabilización de los cultivos osciló entre 5 meses para el clon G1 y 12 meses para el R1.

**Multiplificación:** Se ha basado en la proliferación de los brotes axilares. Al igual que sucede con otras especies (San José et al 1990; Vieitez et al 1993) la eficacia de la micropropagación depende del tipo de explanto utilizado, la mejor respuesta tuvo lugar con los explantos basales (nº total de brotes 3.4 frente a 1.8 con los apicales). Aunque algunos autores (Tremblay et al 1986) han utilizado la BA como único regulador de crecimiento para el desarrollo de brotes de *Alnus*, nosotros obtuvimos una mejora significativa en el desarrollo de los brotes al realizar 3 ciclos de transferencia y añadir zeatina en el tercero. En *Fagus sylvatica*, se ha señalado que estas transferencias sucesivas aportan nutrientes para el crecimiento de los cultivos, mientras que la combinación de BA y Z favorece el desarrollo *in vitro* de los brotes y las hojas (Vieitez et al 1993, 2003). Resultados similares obtuvieron con *Q. alba* y *Q. bicolor* (Vieitez et al 2009)

**Enraizamiento:** Los resultados obtenidos (80 % de enraizamiento en el control frente a un 66.7% con IBA), muestran la facilidad de enraizamiento del aliso, no siendo necesaria la aplicación de auxina para que tenga lugar la formación de raíces adventicias en los brotes desarrollados *in vitro*.

#### 4. Conclusiones

---

Los resultados obtenidos muestran la posibilidad de micropropagar distintos individuos de *A. glutinosa* como una forma de preservar su diversidad genética que se encuentra amenazada en diferentes puntos de nuestra geografía como consecuencia del ataque del hongo *Phytophthora alni*.

#### Referencias

---

- Lloyd G, McCown B. 1980. Commercially feasible micropropagation of mountain laurel, *Kalmia latifolia*, by use of shoot-tip culture. *In vitro Cell Dev. Biol. Plant* 34: 94-103.
- San José MC, Vieitez AM, Ballester A. 1990. Clonal propagation of juvenile and adult trees of sessile oak by tissue culture. *Silvae Genet.* 39: 50-55.
- Tremblay FM, Perinet, P, Lalonde M. 1986. Tissue culture of *Alnus* spp with regard to symbioses. En : YPS Bajaj (ed). *Biotechnology in Agriculture and Forestry*. Vol 1. Trees 1. Pp: 87-101. Springer-Verlag. Berlin Heidelberg.
- Vieitez AM, Ferro E, Ballester A. 1993. Micropropagation of *Fagus sylvatica* L. *In vitro Cell Dev. Biol. Plant* 29: 183-188
- Vieitez AM, San José MC, Sánchez C, Ballester A. 2003. Micropropagation of *Fagus* spp. En: Jain SM, Ishii K (eds). *Micropropagation of Woody Trees and Fruits*. Pp: 181-215. Kluwer. Dordrecht.
- Vieitez AM, Corredoira E, Ballester A, Muñoz F, Duran J, Ibarra M. 2009. *In vitro* regeneration of the important North American oak species *Quercus alba*, *Q. bicolor* and *Q. rubra*. *Plant Cell Tiss. Organ Cult.* 98: 135-145.
- Webber JF, Gibbs JN. 2006. *Phytophthora* disease of alder in the UK. En: Brassier C, Jung T, Obald W (eds). *Progress in Research on Phytophthora Diseases of Forests Trees*. Proc IUFRO Conference on *Phytophthora*. Farnham. Surrey. UK.

# CONSERVACIÓN DE GERMOPLASMA EN ESPECIES LEÑOSAS CON TÉCNICAS DE CULTIVO IN VITRO Y ALMACENAMIENTO EN FRÍO

Corredoira, E.<sup>1</sup>; San José, M. C.<sup>1</sup>; Martínez, T.<sup>1</sup>; Valladares, S.<sup>1</sup>; Couselo, J. L.<sup>2</sup>; Janeiro, L.<sup>3</sup>; Viéitez, A. M.<sup>1</sup>; Ballester, A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Investigaciones Agrobiológicas de Galicia, CSIC. Santiago de Compostela

<sup>2</sup> Estación Fitopatológica do Areeiro. Pontevedra

<sup>3</sup> INLUDES, Diputación Provincial de Lugo. Lugo

## 1. Introducción

La producción de madera, productos forestales no maderables, biocombustibles, la protección del suelo o la restauración del paisaje, unido a un interés creciente por la protección y conservación de los ecosistemas, denotan la importancia de las especies forestales en todo el mundo. Los sistemas tradicionales de conservación ex-situ (ej. bancos de semillas y colecciones en campo) han contribuido de forma fundamental a la preservación de los recursos vegetales. Sin embargo, numerosas Angiospermas forestales (ej. castaño, roble, castaño de indias y muchas especies tropicales) tienen semillas recalcitrantes que pierden rápidamente la viabilidad o su capacidad de germinación se reduce considerablemente durante su almacenamiento. Las técnicas de cultivo in vitro han contribuido, desde su inicio, de forma muy importante no sólo a la propagación de estas especies sino también a su conservación. Actualmente, se utilizan de forma sistemática en la conservación e intercambio de recursos fitogenéticos, siendo especialmente necesarias para preservar el germoplasma de los individuos obtenidos mediante transformación genética. Para la conservación in vitro de material vegetal existen tres opciones diferentes: 1) subcultivos secuenciales in vitro sin restricción del crecimiento, 2) imponiendo un crecimiento reducido (almacenamiento a medio plazo) y 3) suprimiendo totalmente el crecimiento mediante temperaturas ultrabajas o criopreservación (almacenamiento a largo plazo). Desde hace 30 años en el Departamento de Fisiología Vegetal del Instituto de Investigaciones Agrobiológicas de Galicia (IIAG) se ha obtenido la regeneración in vitro de numerosas especies leñosas, basándose fundamentalmente en el sistema organogénico vía multiplicación de yemas axilares y en el sistema de inducción de embriogénesis somática. El objetivo del presente trabajo es mostrar algunos de los principales resultados sobre los estudios realizados en el IIAG sobre la conservación de diferentes especies leñosas mediante cultivo in vitro y el almacenamiento en frío de las mismas.

## 2. Material y Métodos

El material vegetal empleado para realizar los experimentos de crecimiento reducido mediante el almacenamiento en frío fueron explantos nodales y ápices caulinares (1-1,5 cm) aislados de cultivos de brotes mantenidos in vitro mediante la multiplicación de yemas axilares de diferentes especies de los siguientes géneros: *Castanea* (*C. sativa* y *Castanea sativa* x *C. crenata*), *Quercus* (*Q. robur*, *Q. bicolor*, *Q. rubra*, *Q. petraea*. y *Q. alba*), *Populus* (*P. alba* y *Populus tremula* x *P. tremuloides*), *Fagus* (*F. sylvatica* y *F. orientalis*), *Betula pendula*, *Ulmus* (*U. minor* y *U. glabra*), *Prunus* (*P. avium* y *P. serrulata*), *Camellia* (*C. japonica* y *C. reticulata*), y *Malus* sp.. Para su conservación se han utilizado armarios frigoríficos (340 L Sanyo Medicoool MPR 311D) que proporcionan 2-4°C de temperatura y como única fuente de luz se ha empleado la iluminación exterior "dim light" (8-10 mmol.m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>). En estos experimentos, se han estudiado factores como el tipo de explanto, tiempo de pre-almacenamiento y duración del almacenamiento en frío.

## 3. Resultados y Discusión

Como parte de las estrategias para disminuir el crecimiento de los explantos destaca, desde un punto de vista práctico, la reducción de la temperatura y/o iluminación durante el almacenamiento, por su eficacia y simplicidad. Por ese motivo, las condiciones de luz y temperatura para conseguir un almacenamiento eficaz fueron los primeros factores a determinar. Los rangos de temperaturas para cultivos de especies leñosas oscilan entre -3°C a +12°C, aunque la mayoría de las especies se almacenan

entre 2°C y 5°C. En nuestro caso, la temperatura utilizada para todas las especies estudiadas fue de 2-4°C. Durante el almacenamiento los cultivos pueden mantenerse en condiciones de luz o de oscuridad dependiendo de la especie. En nuestro trabajo, se ha utilizado una intensidad lumínica muy baja para todas las especies excepto en el castaño y el álamo que se mantienen en oscuridad. Uno de los factores que más influyen en la supervivencia del material almacenado es el tiempo transcurrido desde el último subcultivo en condiciones estándar hasta su almacenamiento en frío. En los cultivos de roble, castaño, manzano y cerezo forestal se ha determinado que 10-12 días de subcultivo previo son necesarios para obtener un almacenamiento óptimo; este período se extiende a dos semanas en el caso del álamo, abedul y haya y a cuatro semanas en la camelia. Bajo estas condiciones es posible mantener el material vegetal de todas estas especies durante al menos un año sin que sea necesario su transferencia a medio fresco. En el caso del haya, álamo, la camelia, el abedul y algunos genotipos de castaño el periodo de almacenamiento puede extenderse a 18 meses o incluso más. Una vez optimizados los tiempos de subcultivo previo y de almacenamiento en frío, los porcentajes de supervivencia obtenidos, después de ser transferidos a condiciones de crecimiento estándar, son del 85 al 100% en estas especies, recuperando los cultivos sus tasas de multiplicación normales después de 1-2 subcultivos sucesivos. De todas las especies evaluadas, el material de castaño y el de roble es el más afectado por el almacenamiento a bajas temperaturas. El manzano, la camelia, el abedul, el cerezo forestal y el haya no se deterioran tanto por el frío mostrando crecimiento incluso durante su almacenamiento, si bien con síntomas de etiolación y clorosis. La conservación en frío también se ha aplicado para mantener líneas transgénicas de álamo y castaño obtenidas en nuestro laboratorio. En el caso del álamo se encuentran almacenadas en frío unas 200 líneas portadoras de genes que inhiben la formación de polen, genes que confieren resistencia a TNT y genes que incrementan la tolerancia a metales pesados, observándose un porcentaje de supervivencia del 100% después de al menos un año de conservación en frío. En castaño, se mantienen en frío 4 líneas transformadas con genes marcadores, que muestran un 100% de supervivencia después de 6 meses de almacenamiento.

#### **4. Conclusiones**

---

En nuestro Departamento se han definido las condiciones para el desarrollo y mantenimiento a medio plazo de un banco de germoplasma in vitro de especies leñosas constituido en la actualidad por 21 especies que se conservan mediante cultivo in vitro y/o almacenamiento a baja temperatura.

# CRIOCONSERVACIÓN DE ESPECIES FORESTALES ATLÁNTICAS: DESARROLLO DE BANCOS DE GERMOPLASMA DE CASTAÑO Y ALCORNOQUE

---

Vidal, N.<sup>1</sup>; Cuenca, B.<sup>2</sup>; Fernández, M.R.<sup>2</sup>; Ocaña, L.<sup>3</sup>; Jorquera, L.<sup>1</sup>; Sánchez, C.<sup>1</sup>; Vieitez, A.<sup>1</sup>; Ballester, A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Investigaciones Agrobiológicas de Galicia, CSIC. Santiago de Compostela

<sup>2</sup>TRAGSA. Departamento de Mejora Agroforestal. Maceda, Ourense

<sup>3</sup>TRAGSA. Departamento de Mejora Agroforestal. Madrid

## 1. Introducción

---

El castaño europeo (*Castanea sativa* Mill.) y el alcornoque (*Quercus suber* L.) son especies forestales de gran importancia económica, ecológica y social que en la actualidad se encuentran amenazadas tanto por la actividad humana como por el ataque de patógenos. Para el mantenimiento de la diversidad genética de estas especies es necesario diseñar estrategias de conservación, tanto *in situ* como *ex situ*. Dentro de los sistemas de conservación *ex situ*, y englobada en las técnicas de cultivo *in vitro* de tejidos, se encuentra la criopreservación [la conservación del material vegetal en nitrógeno líquido (NL)], que es un método seguro y económico para el mantenimiento a largo plazo de germoplasma de especies que son propagadas vegetativamente o que tienen semillas recalcitrantes al almacenamiento convencional. Las condiciones indispensables para iniciar un proceso de criopreservación son disponer de a) un sistema de acondicionamiento de las células de los tejidos a criopreservar para evitar la formación intra e intercelular de cristales de hielo, y b) un sistema de regeneración de plantas factible y repetitivo, que permita la recuperación de plantas completas después de que las células, órganos o tejidos hayan estado inmersos en NL.

En castaño y alcornoque se cumplen ambas condiciones ya que las metodologías para la criopreservación de embriones somáticos de alcornoque (Valladares et al., 2004) y de ápices caulinares de castaño (Vidal et al., 2005) han sido desarrollada en el Instituto de Investigaciones Agrobiológicas de Galicia. Por otra parte, la empresa pública TRAGSA trabaja desde el año 2000 en la selección y desarrollo de materiales de especies frondosas de alto valor económico, como el castaño y el alcornoque, para su propuesta al Catálogo Nacional de Materiales de Base. El presente trabajo ha consistido en la transferencia de la tecnología de criopreservación, adaptándola a las necesidades de la empresa, con el objetivo de desarrollar por primera vez bancos de germoplasma aplicados de ambas especies.

## 2. Material y Métodos

---

Se han utilizado 46 clones de **castaño** de origen adulto y establecidos *in vitro* en el Departamento de Mejora Agroforestal de TRAGSA en Maceda (Ourense). Estos genotipos fueron seleccionados en campo por sus características de aparente resistencia a la enfermedad de la tinta. Por otra parte, se utilizaron 51 líneas embriogénicas de **alcornoque** establecidas a partir de árboles seleccionados por su forma, tamaño, condición fitosanitaria y calidad del corcho, localizados en 15 rodales selectos de 4 regiones de procedencia de Extremadura.

Para el cultivo y criopreservación de **castaño** se ha seguido el método descrito por Vidal et al. (2005). Previamente a su aplicación a los genotipos seleccionados, se realizaron estudios destinados a evaluar a) la estabilidad genética tras la criopreservación utilizando RAPDs, y b) el efecto de la adición del Supercool X-1000 (SC) a la disolución crioprotectora (Vidal et al., 2010). En el **alcornoque** se ha seguido el método de Valladares et al. (2004), evaluándose además el uso de placas con papel de filtro durante las 24 horas siguientes a la descongelación y la influencia de la duración del periodo de precultivo en sacarosa 0,3 M sobre los porcentajes de recuperación de la capacidad embriogénica (Vidal et al., 2008), a fin de facilitar la simplificación del protocolo y su adaptación a la empresa.

### 3. Resultados y Discusión

---

Los resultados obtenidos indican que la respuesta a la criopreservación en ambas especies, como muchas otras características de las especies leñosas, depende en gran medida del genotipo. En **castaño**, el análisis mediante RAPDs no revela modificaciones genéticas en las plantas obtenidas a partir de los ápices caulinares criopreservados. Por otra parte, se ha observado que la adición de 0,1% de SC a la disolución crioprotectora PVS2 mejora los porcentajes de supervivencia en 6 de los 8 clones utilizados en dicho estudio y que la aplicación de SC duplica los valores de recuperación de brotes en 5 de los 6 clones que los forman. Por tanto, este compuesto se utilizó en la criopreservación de los 46 clones que constituyen el banco de germoplasma, obteniéndose la supervivencia del material en 43 de ellos y recuperación de brotes en 29 genotipos. En **alcornoque**, se ha simplificado el protocolo de criopreservación original y se ha obtenido la recuperación de la capacidad embriogénica en los 51 genotipos objeto de estudio, aunque de nuevo se observan diferencias genotípicas ya que las frecuencias de formación de embriones secundarios oscilan entre 18 y el 100% en los distintos clones criopreservados.

### 4. Conclusiones

---

Se han establecido dos bancos de germoplasma, uno de castaño y otro de alcornoque, a los que se continúan añadiendo nuevos genotipos. De los **46 genotipos** caracterizados en **castaño**, el 93% ha mostrado alta capacidad de supervivencia y el 63% capacidad de recuperación de brotes. El banco de **alcornoque** está constituido hasta el momento por **51 genotipos** y todos ellos muestran alta capacidad de recuperación de embriones. Estos resultados confirman la posibilidad de utilizar la criopreservación para conservar a largo plazo germoplasma de estas especies.

### Agradecimientos

---

Esta investigación ha sido financiada parcialmente por los proyectos CIT-010000-2007-5 (Ministerio de Educación y Ciencia) y PGDIT07MRU003E (Xunta de Galicia).

### Referencias

---

- Valladares, S., Toribio, M., Celestino, C., Vieitez, A.M. 2004. Cryopreservation of embryogenic cultures from mature *Quercus suber* trees using vitrification. *CryoLetters* 25: 177-186.
- Vidal, N., Sánchez, C., Jorquera, L., Ballester, A., Vieitez, A.M. 2005. Cryopreservation of chestnut by vitrification of in vitro-grown shoot tips. *In Vitro Cell. Dev. Biol. Plant* 41: 63-68.
- Vidal, N., Vieitez, A.M., Fernández, M.R., Cuenca, B. 2008. Desarrollo de bancos de germoplasma de castaño y alcornoque mediante criopreservación de ápices caulinares y embriones somáticos. *Revista Real Academia Galega de Ciencias Vol XXVII*: 107-129.
- Vidal, N., Vieitez, A.M., Fernández, M.R., Cuenca, B., Ballester, A. 2010. Establishment of cryopreserved gene banks of European chestnut and cork oak. *Eur. J. Forest Res.* 129: 635-643.

## APROXIMACIONES "-ÓMICAS" AL ESTUDIO DE VARIABILIDAD Y RESPUESTA A ESTRESSES EN ENCINA

---

Valero Galván, J.<sup>1</sup>; Echevarría Zomeño, S.<sup>1</sup>; Navarro Cerrillo, R.M.<sup>2</sup>; Romero, C.<sup>1</sup>; Maldonado, A.M.<sup>1</sup>; Abril, N.; Rivera Molinillo, T.<sup>1</sup>; Jorrín Novo J.V.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Bioquímica y Proteómica Vegetal y Agrícola, Depto. de Bioquímica y Biología Molecular, Universidad de Córdoba. Córdoba

<sup>2</sup> Grupo de Investigación de Conservación Forestal, Universidad de Córdoba. Córdoba

### 1. Introducción

---

La encina (*Quercus ilex* L.) es una de las especies más importantes y representativas de los ecosistemas forestales mediterráneos. A pesar de su interés medioambiental y económico, su biología ha sido poco estudiada, en especial a nivel molecular. La encina muestra una gran variabilidad fenotípica, algo característico de especies alógamas poco intervenidas por el hombre, con origen y localización muy diversos. Nuestro proyecto multidisciplinar con encina (Variabilidad, catalogación, respuesta a estreses y propagación clonal de encina, DECOVA, AGL2009-12243-C02-02) va dirigido, entre otros objetivos, a estudiar la variabilidad poblacional y la respuesta a estreses, en especial a aquellos de mayor incidencia en la actualidad (infección por patógenos) o relacionados con condiciones de cambio climático (sequía y síndrome de seca). En esta reunión se presentan los resultados de los estudios de variabilidad y respuesta a sequía, utilizando aproximaciones de proteómica (Echevarría Zomeño et al., 2009; Jorge, 2006; Jorrín Novo et al., 2009), bromatología y morfometría (Valero Galván et al., 2010), y los de la optimización de protocolos de extracción de ácidos nucleicos (Echevarría Zomeño et al., en preparación). También se mencionan los datos preliminares del análisis de microsátelites en las poblaciones de encina de Andalucía (Echevarría Zomeño et al., en preparación).

### 2. Materiales y Métodos

---

La estructura genética poblacional de Andalucía se determinará a través de marcadores de ADN (microsátelites, Echevarría Zomeño et al., en preparación). La variabilidad en la composición bromatológica y proteica de la bellota se está analizando por espectroscopía NIR (Valero Galván et al., 2010) y proteómica (Romero et al., en preparación, Valero Galván et al., 2010). La respuesta diferencial a sequía y *Phytophthora cinnamomi* Rands se está estudiando mediante aproximaciones de genómica funcional: proteómica (Echevarría-Zomeño et al., 2009; Jorge, 2006) y transcriptómica (Echevarría Zomeño et al., en preparación). Estas aproximaciones se complementan con otras más clásicas, como la morfometría, microscopía, ecofisiología, y de bioquímica. Todo ello ha supuesto la puesta a punto y optimización de un buen número de protocolos (Jorge, 2006; Valero Galván et al., 2010; Romero et al., en preparación; Echevarría Zomeño et al., en preparación).

### 3. Resultados y Discusión

---

Los primeros trabajos dirigidos a caracterizar el proteoma de hojas de encina indicaron una gran variabilidad en el perfil proteico obtenido por electroforesis bidimensional (2 DE), incluso entre hojas recogidas del mismo árbol pero en orientaciones y momentos diferentes (Jorge, 2006). Esta alta variabilidad también fue observada por morfometría y composición química de harinas de bellotas de 14 áreas de dehesa de Andalucía (Valero Galván et al., 2010).

Los perfiles de proteínas de bellotas de 10 poblaciones correlacionaron con las condiciones geográficas y climáticas en que se desarrollaron. El análisis 2-DE de cuatro poblaciones nos permitió identificar 21 proteínas diferenciales, algunas de ellas pertenecientes al grupo de las leguminas (Valero Galván et al., 2010). El análisis del perfil proteico SDS-PAGE o 2-DE del polen de cuatro poblaciones las separó coincidiendo con su diferente localización. El análisis 2-DE de éstas permitió identificar 70 proteínas (50 diferenciales) del metabolismo de carbohidratos y energía, de defensa y alérgenas

(Valero Galván et al., en preparación).

Las poblaciones de encina en la región de Andalucía presentaron diferencias en la respuesta a la sequía a diferentes niveles (contenido hídrico y fisiológicas, Valero et al., no publicado). A nivel molecular la sequía afectó a proteínas relacionadas con la fotosíntesis, ruta glicolítica y proteínas de defensa. En el tratamiento de recuperación, las proteínas del metabolismo fotosintético tienen valores similares a los del control, no así las de la glicólisis, que no se recuperan tras este corto periodo de riego (Echevarría-Zomeño et al., 2009).

Tras la evaluación de varios protocolos de extracción de ácidos nucleicos, se eligieron dos, para ADN genómico y ARN, ambos basados en purificación con membrana de sílice y mejorados en rendimiento y limpieza, con la adición de polivinil-polipirrolidona (PVPP). Dichos protocolos resultaron rápidos y eficaces usados en hojas de encina.

El análisis de microsátélites en siete poblaciones de encina apunta a un alto nivel de heterocigosidad esperada y un bajo nivel de domesticación. Los datos de variabilidad sugieren que ésta es alta dentro de la población, lo que contrasta con una baja de variación genética entre poblaciones (Echevarría Zomeño et al., en preparación).

#### 4. Conclusiones

---

A través del análisis SDS-PAGE y 2-DE fue posible discriminar entre las diferentes poblaciones de encina, agrupando las poblaciones según las características geográfica y climáticas. En condiciones de sequía moderada, se observó un descenso en proteínas de la fotosíntesis y la glicólisis. Las primeras tienen un nivel similar al control en las plantas recuperadas mientras que las segundas no lo alcanzan tras el periodo de riego.

Los protocolos de extracción de ácidos nucleicos elegidos para hoja de encina, basados en membrana de sílice y adición de PVPP, responden a las características químicas de este tejido, rico en compuestos fenólicos, taninos y metabolitos secundarios.

La estructura genética que sugiere el estudio de microsátélites concuerda con lo esperado en la encina, especie forestal alogama poco domesticada: alta variabilidad intra-poblacional y alta heterocigosidad. Estos resultados han de ser ampliados para recoger el máximo número de poblaciones antes de postular conclusiones definitivas.

#### Agradecimientos

---

Financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación (Proyecto DECOVA, AGL2009-12243-C02-02, cofinanciado con fondos FEDER) y la Junta de Andalucía.

#### Referencias

---

- Echevarría Zomeño S et al. 2009. Changes in the protein profile of *Quercus ilex* leaves in response to drought stress and recovery. *J. Plant Physiol.* 166:233-245.
- Jorge I. 2006. Variation in the holm oak leaf proteome at different plant developmental stages, between provenances and in response to drought stress. *Proteomics* 6: S207-14.
- Jorrín Novo J et al. 2009. Plant proteomics update (2007-2008): Second-generation proteomic techniques, an appropriate experimental design, and data analysis to fulfil MIAPE standards, increase plant proteome coverage and expand biological knowledge. *J. Prot.* 72:285-314.
- Valero Galván J et al. 2010. Population variability and mother tree selection in holm oak (*Quercus ilex* L. subsp. *ballota* [Desf.] Samp.) based on acorn morphometry and analysis by near infrared reflectance spectroscopy (NIRS). Enviado.
- Valero Galván J et al. 2010 Studies of variability in Holm oak (*Quercus ilex* subsp. *ballota* (Desf.) Samp.) through proteomic analysis of acorns. Enviado.

## APROVECHAMIENTO TRADICIONAL DE LA FLORA VASCULAR Y FÚNGICA ASOCIADA A LOS HAYEDOS GALLEGOS

---

Rodríguez Guitián, M. A.; Romero Franco, R.; Rigueiro Rodríguez, A.

Departamento de Producción Vexetal. Escola Politécnica Superior. Universidade de Santiago de Compostela. Lugo

### 1. Introducción

---

Las especies vegetales forman parte del patrimonio cultural de las sociedades humanas desde épocas remotas. Hasta no hace mucho tiempo, el conocimiento de las plantas y sus utilidades eran fundamentales para el mantenimiento de la socioeconomía de los pueblos. Las transformaciones sufridas en el medio rural en el último siglo, fundamentalmente en los países ricos, conllevaron un cambio radical en la forma de vida en las aldeas y sobre todo su relación con la naturaleza. Pese a ello todavía hay personas que mantienen en su memoria los usos tradicionales de los recursos vegetales. La recuperación de esa parte del patrimonio cultural tiene cada vez más importancia, siendo indispensables para conocer la identidad cultural de los distintos pueblos (Ford, 1978). Además, en algunas zonas del mundo empiezan a considerarse como una herramienta de desarrollo de zonas deprimidas, tratando de recuperar el uso ancestral de los recursos vegetales locales y garantizando su gestión sostenible (Pardo y Gómez, 2003).

Si bien existen numerosos estudios sobre la diversidad florística y de la vegetación de las áreas montañosas del oriente gallego y zonas limítrofes, son mucho más escasas las referencias específicas a temas etnobotánicos. Este trabajo se centra en la determinación los distintos aprovechamientos tradicionales, que los habitantes de las montañas del oriente de Lugo, han hecho hasta épocas recientes, de las plantas vasculares presentes en los hayedos de este territorio.

### 2. Material y Métodos

---

La metodología de trabajo consistió básicamente en la realización de encuestas a los habitantes de las aldeas situadas en las cercanías de los hayedos. La información proporcionada fue catalogada en distintas tipologías de usos y aplicaciones consideradas habitualmente en los estudios etnobotánicos (alimentación humana, alimentación animal, uso medicinal, combustible e iluminación, construcción, carpintería y ebanistería, calzado, fabricación de utensilios, cestería y tornería, cama para el ganado, mágico-religioso) (Rivera Núñez y Obón de Castro, 1998).

### 3. Resultados y Discusión

---

En total se recopilamos referencias sobre usos relativos a 75 plantas vasculares, 26 de las cuales son árboles, 12 arbustos, 4 trepadoras y 33 plantas herbáceas, así como el uso de hongos pertenecientes al género *Lycoperdon*. Las familias botánicas con mayor número de especies útiles son Rosaceae (8 especies), Fabaceae (siete especies), Fagaceae (6 especies) y Ericaceae (5 especies), estando representadas 19 familias con una única especie. En gran medida, las familias mejor representadas coinciden con las registradas en estudios relativos a otras áreas geográficas del NW peninsular con hábitats semejantes al aquí tratado (Pardo de Santayana et al., 2007), lo que se podría interpretar como indicador de un sustrato cultural colectivo común a este territorio peninsular.

En cuanto a los usos tradicionales de las especies recopiladas, 26 plantas se utilizan para alimentación de animales domésticos, a continuación aparece el uso como combustible (25 especies), en tercer lugar, con 23 citas se registra el uso medicinal. A la fabricación de utensilios diversos se dedican 22 especies y los usos que incluyen menor número de especies son la fabricación de calzado (cuatro plantas leñosas únicamente) y a la finalidad mágico religiosa, también con cuatro citas.

Prácticamente todas las especies leñosas de los hayedos y de las formaciones vegetales colindantes tuvieron algún uso o aplicación. El uso más extendido fue la utilización como combustible (*Fagus sylvatica* L. (faia), *Acer pseudoplatanus* L. (*pradairo*), *Castanea sativa* Miller (castiñeiro), *Betula pubescens* Ehrh (*bidueira*), *Quercus* spp (carballo), para preparar los hornos del pan o del alimento del ganado (*Erica australis* L. (uces), *Cytisus* spp (xestas y piornos),). Un número elevado de especies arbóreas también se utilizaron

como forraje animal. Algunas de estas plantas también se utilizaban usualmente para el cierre de fincas como *Salix atrocinerea* Brot. (salgueiro), *Salix caprea* L. (Paleiro), *Corylus avellana* L. (abelaira), *Fagus sylvatica* L. (faia), *Crataegus monogyna* Jacq (espiño) y *Prunus spinosa* L. (agruñeiro)

La mayoría de los usos medicinales de las plantas recopiladas en este estudio coinciden con los referenciados en otros trabajos sobre etnobotánica peninsular (Mulet, 1991; Blanco, 1996; Rigueiro et al., 1996; Bonet et al., 1999, González-Hernández et al., 2003). Sin embargo encontramos algunos aspectos novedosos que consideramos interesantes resaltar. Así, se recoge en este trabajo por primera vez el uso medicinal de *Arum italicum* L. (nabuxairo), planta extremadamente tóxica por su alto contenido en alcaloides, y que sin embargo sus frutos eran utilizados externamente a modo de friegas como febrifugo y para el tratamiento de afecciones respiratorias. Es destacable asimismo el uso interno de *Chelidonium majus* L. (celidonia), dada la toxicidad de la planta, así como la diversidad de uso de *Gentiana lutea* L. (xanzá). Esta planta que habitualmente se usa como tónica-reconstituyente, en este área geográfica se utiliza además para curar afecciones bucales y gástricas e incluso para el dolor de muelas.

Algunas plantas también son utilizadas en medicina veterinaria siendo llamativo el uso que se hace de algunas plantas ricas en alcaloides como la ruda (*Ruta graveolens* L.), la celidonia o *Helleborus foetidus* L., todas ellas empleadas para el tratamiento del timpanismo en el ganado bovino. Es llamativo, así mismo, el uso de las ortigas como reconstituyentes, administradas al ganado porcino después del proceso de esterilización o el uso de *Lilium martagon* L. (perendó) para consolidar las fracturas de las patas de ovejas, cabras y gallinas.

En este trabajo se documenta por primera vez el uso de *Heracleum sphondilium* L. (badoros), como icotóxica, utilizada en la pesca de la trucha y el empleo de *Helleborus foetidus* L. (herba chaveira) como planta raticida.

En cuanto al uso de las plantas en la alimentación humana y animal, en la mayoría de los casos se repiten los aprovechamientos de otras áreas de la Península Ibérica (Lastra, 2003; Rivera et al., 2006). Algunas de las denominaciones locales de las plantas son extraordinariamente descriptivas a este respecto, como acontece con panqueixo para *Primula acaulis* (L.) Hill o mantecadas para *Cytinus hipocistis* L.

Es destacable también el uso mágico religioso que se hace de algunas plantas como *Digitalis purpurea* L. (estralotes) o de diversas genisteas (xestas e piornos), utilizadas para espantar los malos espíritus.

## Referencias

- Blanco Castro, E. 1996. El Caurel. Las plantas y sus habitantes. Fundación Caixa Galicia. A Coruña. 2003.
- Bonet, M.A., Parada, M., Selga, A., Vallés, J. 1999. Studies on pharmaceutical ethnobotany in the regions of l'Alt Empordá and Les Guilleries (Catalonia, Iberian Peninsula). Journal Ethnopharmacology. 68. 145-168.
- Ford, R.J. 1978. Ethnobotany. Historical Diversity and síntesis. EN: R.I. Ford (Ed). The nature and status of ethnobotany. 33-49. Anthropological papers, nº 67. Michigan.
- González Hernández, M.P. Romero, R. Rodríguez-Gutián, M.A., Rigueiro, A. 2003. Medicinal use of some plants in Galicia (NW Spain) Acta Horticulturae 629: 63-69.
- Lastra Menéndez J.J. 2003. Etnobotánica en el Parque Nacional de Picos de Europa. Ministerio de Medio Ambiente. 644 pp.
- Mulet, L. 1991. Estudio etnobotánico de la Provincia de Castellón. Diputación provincial de Castellón. Castellón. 596.pp.
- Pardo de Santallana, M., Gómez Pellón, E. 2003. Etnobotánica aprovechamiento tradicional de plantas y patrimonio cultural. Anales del Jardín Botánico de Madrid 60 (1) 171-182.
- Rigueiro, R., Romero, R., Silva-Pando, F.J., y Valdés, E. 1996. Guía de plantas medicinais de Galicia. Editorial Galaxia. Vigo. 427 pp.
- Rivera Núñez, D., Obón de Castro, C. 1998. Guía de teoría y prácticas de etnobotánica. ICE Universidad de Murcia. 291 pp.
- Rivera D., Verde, A., Fajardo, J. Inocencio, C., Obón, C., Heinrich, M. 2006. Guía etnobotánica de los alimentos locales recolectados en la provincia de Albacete. Publicaciones del Instituto de Estudios Albacetenses "Don Juan Manuel". Diputación de Albacete. 470 pp.

## REINFFORCE: UN PROYECTO DEL ARCO ATLÁNTICO PARA LA EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE LOS BOSQUES ATLÁNTICOS

Silva-Pando, F. J.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Centro de Investigación Forestal de Lourizán. D.X. Montes Consellería de Medio Rural. Xunta de Galicia. Pontevedra

<sup>2</sup> Departamento de Producción Vegetal. E.P.S. Universidad de Santiago de Compostela. Lugo

Los efectos del cambio climático sobre las especies forestales es de un gran interés para la evaluación del potencial adaptativo de las mismas frente al cambio climático. Con este fin, un grupo de trabajo integrado por 11 centros de investigación de 4 países (Gran Bretaña, Francia, España y Portugal) ha desarrollado el proyecto REINFFORCE para los años 2009 a 2014. El objetivo del proyecto es establecer 32 arboretos (finalmente 35) y varios ensayos de demostración de técnicas selvícolas frente al cambio climático, distribuidos en las regiones del Arco Atlántico, desde Escocia a Ribatejo. En cada arboreto, se plantará un mínimo de 30 especies con al menos 3 procedencias por especie y un mínimo de 12 plantas por procedencia y especie, asumiendo que las condiciones de crecimiento en el sitio de plantación serán las adecuadas en relación a la procedencia. Las especies seleccionadas proceden los los países de los participantes en el proyecto como de la región mediterránea, China y Pacífico noroccidental (tabla 1). Los ensayos de demostración incluirán parcelas con las técnicas selvícolas típicas de las diferentes regiones y otras que se considere oportunas.

**Tabla 1.** Relación de especies a utilizar en los arboretos del proyecto REINFFORCE

<i>Abies cephalonica</i>	<i>Cedrus atlantica</i>
<i>Calocedrus decurrens</i>	<i>Cedrus libani</i>
<i>Cunninghamia lanceolata</i>	<i>Cupressus sempervirens</i>
<i>Larix decidua</i>	<i>Pinus brutia</i>
<i>P. elliotii</i>	<i>P. nigra</i> subsp. <i>laricio</i>
<i>P. nigra</i> subsp. <i>salzmannii</i>	<i>P. peuce</i>
<i>P. pinaster</i>	<i>P. ponderosa</i>
<i>P. pinea</i>	<i>P. sylvestris</i>
<i>P. taeda</i>	<i>Pseudotsuga menziesii</i>
<i>Sequoia sempervirens</i>	<i>Thuja plicata</i>
<i>Acer pseudoplatanus</i>	<i>Castanea sativa</i>
<i>Ceratonia siliqua</i>	<i>Eucalyptus gundal</i>
<i>E. nitens</i>	<i>Fagus orientalis</i>
<i>F. sylvatica</i>	<i>Liquidambar styraciflua</i>
<i>Quercus ilex</i> subsp. <i>rotundifolia</i>	<i>Q. petraea</i>
<i>Q. robur</i>	<i>Q. suber</i>
<i>Robinia pseudoacacia</i>	

**Nota:** poster presentado en el XXIII Congreso Mundial de IUFRO, celebrado en Seoul (Korea) del 23 al 29 de agosto de 2010

## DIVERSIDAD DEL MATERIAL VEGETAL DE *Actinidia deliciosa* EN PLANTACIONES COMERCIALES DE GALICIA

Salinero, C.<sup>1</sup>; Vela, P.<sup>1</sup>; Couselo, J.L.<sup>1</sup>; Sainz, M.J.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Estación Fitopatológica do Areeiro. Pontevedra

<sup>2</sup> Departamento de Producción Vegetal, Universidad de Santiago de Compostela. Lugo

### 1. Introducción

El cultivo de kiwi se realiza mayoritariamente en todo el mundo con variedades de *Actinidia deliciosa* (A. Chev.) C.F. Liang et A.R. Ferguson, seleccionadas por la calidad de su fruto. La variedad más cultivada es 'Hayward'; sus flores se forman en los brotes de ramas de un año de edad. En el brote que surge de cada yema axilar de la rama, hay ocho meristemos potencialmente reproductivos (nudos 5 al 12). Del nudo 13 en adelante, se forman hojas mientras que las yemas están progresivamente menos desarrolladas (Brundell, 1975). Las flores pistiladas se presentan en dicasios formados por una flor terminal y dos flores laterales; en el caso de 'Hayward' las flores laterales generalmente abortan (Hopping, 1990), lo que lleva al desarrollo del fruto solo en la flor terminal. Sin embargo, algunos años de inviernos más fríos las flores laterales completan su desarrollo y se producen inflorescencias de dos o tres flores.

En España las primeras plantaciones de *A. deliciosa* se establecieron en Galicia en los años 70 a partir de planta importada del cultivar 'Hayward'. Actualmente Galicia es la principal Comunidad Autónoma productora, con 820 ha cultivadas en 2008 que produjeron 13260 t de fruta, un 76,4% de la producción española.

Se considera que todas las plantas pistilíferas de las plantaciones gallegas son 'Hayward'. Sin embargo es frecuente observar en las plantaciones vides que presentan características fenotípicas que no se ajustan al estándar de 'Hayward', ya que presentan brotes fructíferos más cortos con frutos que parecen formar densos racimos. El objetivo de este trabajo fue comparar características agromorfológicas y productivas de vides típicas y no típicas de 'Hayward' en plantaciones gallegas.

### 2. Material y Métodos

En tres plantaciones de Pontevedra (Abadía, Carregal y Piñeiro), se localizaron 5 plantas pistilíferas de kiwi en producción que presentaban todos sus brotes con frutos en racimo (dos plantas en Carregal y Piñeiro y una en Abadía) y se seleccionaron al azar tres vides con características estándar de 'Hayward' (una en cada plantación). Dentro de cada plantación todas las plantas se sometieron a las mismas prácticas de cultivo, incluidas las podas. En cada planta, se cogieron 12 hojas situadas en ramas fructíferas (siempre la tercera hoja después del último fruto de la rama), y se marcaron al azar cuatro de esas ramas fructíferas para recolectar todos sus frutos en cosecha.

En las hojas se determinó la forma de la lámina, del seno peciolar, del ápice, el tipo de borde y el número de nervios. Se midió con calibre la longitud de los senos peciulares izquierdo y derecho, la longitud y el diámetro de la hoja y la longitud del peciolo. En las cuatro ramas fructíferas, se registró el número total y peso de frutos cosechados. En cada fruto recolectado se determinó el peso fresco, el largo y los diámetros mayor y menor. Los resultados de los parámetros cuantitativos se sometieron a un análisis de varianza de una vía, comparando las medias mediante el test de Duncan para  $P < 0,05$ .

### 3. Resultados y Discusión

No se observaron diferencias en los caracteres morfológicos de las hojas entre plantas típicas de 'Hayward' y las no típicas (datos no mostrados). Respecto a las plantas típicas, las vides atípicas presentaron ramas fructíferas más cortas, con frutos en todas las flores del dicasio, y los frutos dispuestos en racimo en posición aparentemente terminal, ya que las ramas fructíferas no se desarrollaron en longitud. Sin embargo, en las plantas típicas se formó fruto solo en la flor terminal del dicasio. Como consecuencia, el número de frutos por rama en las plantas atípicas fue significativamente mayor y su tamaño menor que los de las plantas típicas (tabla 1).

El número de frutos formados por dicasio tiene una gran influencia en el tamaño del fruto. Los frutos que se originan de las flores laterales son siempre pequeños y tienen un valor comercial muy bajo (Antognozzi et al., 1991), compitiendo con el fruto principal por azúcares y limitando su desarrollo (Zuccherelli, 1994). Esto explica que los frutos de los dicasios de las plantas atípicas presentaran un tamaño similar.

Los resultados demostraron que los frutos de las plantas atípicas tienen un bajo valor comercial, ya que su peso fue inferior a 90 g, valor mínimo exigido para la categoría Extra de kiwi en el mercado europeo.

#### 4. Conclusiones

En las plantaciones gallegas de kiwi se encuentran vides con ramas fructíferas y características de producción de fruta que no se corresponden con las típicas del cultivar ‘Hayward’, por lo que habría que investigar si corresponden a otros cultivares de *Actinidia*.

#### Referencias

Antognozzi E., Tombesi A., Ferranti F., Frenguelli G. 1991. Influence of sink competition on peduncle histogenesis in kiwifruit. *New Zeal. J. Crop Horti. Sci.* 19: 433-439.

Brundell D.J. 1975. Flower development of the Chinese goosberry (*Actinidia chinensis* Planch.). I. Development of the flowering shoot. *New Zeal. J. Bot.* 13: 473-483.

Hopping M.E. 1990. Floral biology, pollination, and fruit set. En: *Kiwifruit: Science and Management*. Ray Richards Publisher, Auckland (Nueva Zelanda): 71-96.

Zuccherelli G. 1994. *L’Actinidia e i nuovi kiwi*. Edagricole della Calderini s.r.l. Bolonia (Italia).

Tabla 1. Valores medios por planta de distintas características de producción de fruta. En cada fila, valores seguidos de distinta letra son significativamente diferentes para  $P < 0,05$ .

Características fenológicas	Piñeiro			Carregal			Abadía	
	P 1	P 2	P 3	C1	C2	C3	A1	A2
	fruto en racimos cortos	fruto en racimos cortos	Hayward	fruto en racimos cortos	fruto en racimos cortos	Hayward	fruto en racimos cortos	Hayward
Total frutos	189	241	112	145	169	117	141	80
Frutos/rama	47,3 a	60,3 a	28,0 bc	36,3 abc	42,3 abc	29,3 bc	35,3 abc	20,0 c
Peso fruto (g)	71,1 fe	70,6 g	118,9 bc	71,6 fg	70,7 e	109,1 c	86,7 d	144,9 a
Largo (mm)	52,3 f	49,2 g	62,2	53,7	53,0	63,7	58,8	69,8 a
D. mayor (mm)	51,7 c	53,4 c	60,0 b	49,3 d	52,1 c	58,1 b	52,2 c	62,5 a
D. menor (mm)	44,7 d	44,1 e	52,2 b	43,6 e	42,7 e	49,4 c	46,0 d	54,4 a

## MAPEO DE PEROXIDASAS (*Prxs*) EN ACCESIONES DE CEBADA (*Hordeum vulgare*) MEDIANTE LA TÉCNICA NBS-PROFILING.

González, A.M.<sup>1</sup>; Marcel, T.C.<sup>2</sup>; Stam, P.<sup>2</sup>; van der Linden, C.G.<sup>3</sup>; Niks, R.E.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Misión Biológica de Galicia, CSIC. Pontevedra, España

<sup>2</sup> UMR1290, INRA-AgroParisTech. Paris, Francia

<sup>3</sup> Laboratory of Plant Breeding, Wageningen University and Research Center. Wageningen, Holanda

### 1. Introducción

Las peroxidasas de clase III (*Prxs*; EC1.11.1.7) se encuentran en todas las plantas superiores. Estas *Prxs* participan en un amplio rango de procesos fisiológicos debido a su alto número de isoformas y a la regulación tan heterogénea de su expresión. Además, estas enzimas multifuncionales se encuentran altamente conservadas tanto entre genes parálogos como ortólogos. Este trabajo demuestra el uso efectivo de una nueva estrategia, denominada *Prx*-profiling, para mapear nuevos marcadores homólogos a *Prxs* en el genoma de cebada (*Hordeum vulgare*).

### 2. Material y Métodos

El diseño de los cebadores degenerados se basó en la secuencia de 105 genes de *Prx* de cebada (PeroxiBase, Passardi et al., 2007). Estas secuencias se alinearon con ClustalX (Thompson et al., 1997) y en ellas se identificaron dos motivos peptídicos conservados: FHDFCV y VSCADI. A partir de estos motivos se diseñaron 12 cebadores (denominados PERO) que se combinaron con tres enzimas de restricción: *MseI*, *AluI*, *RsaI*. El método de *Prx*-profiling se llevó a cabo de acuerdo al protocolo descrito por van der Linden *et al.* (2004) con algunas modificaciones. Para probar la eficiencia de este método usamos dos RILs de cebada (Recombinant Inbred Lines, líneas recombinantes puras) (L94 x Vada y Vada x SusPrit). Se obtuvo un mapa integrado de cebada con 6990 marcadores, incluyendo 160 PERO marcadores mediante el programa JoinMap 4 (Jansen *et al.*, 2001). El mapa también incluyó secuencias basadas en *Prxs*. Para predecir el número de clusters posibles en el genoma de cebada se empleó un programa específico para el procedimiento de re-muestreo, programado en C++; la curva adaptada a los datos se realizó con el programa GenStat (VSN Int. Ltd., Oxford, UK).

### 3. Resultados y Discusión

Se seleccionaron las 12 combinaciones de cebador-enzima más óptimas de entre las 36 posibles. Estas combinaciones generaron 1292 bandas, de las cuales 185 fueron polimórficas. Las tasas medias de polimorfismo detectadas usando *MseI*, *RsaI* y *AluI* como enzimas fueron 14%, 13% and 18%, respectivamente. El número medio de bandas polimórficas por combinación fue 15,4. Las poblaciones no difirieron en su nivel de polimorfismo (14,2 y 14,4%).

Finalmente, se mapearon 168 bandas (84 en cada población) y 32 secuencias basadas en *Prxs*, todas ellas se situaron en un mapa integrado de cebada (figura 1). Ambas poblaciones mostraron una distribución similar de los marcadores. El procedimiento de re-muestreo dio lugar a una curva con una asíntota horizontal que corresponde a 41 (figura 2), indicando que los clusters encontrados son alrededor de un 95% del número total de genes de *Prx* en cebada.

### 4. Conclusiones

Gracias al empleo de la nueva estrategia denominada *Prx*-Profiling, se han conseguido mapear un gran número de genes de *Prx* en el genoma de cebada, pudiéndose hablar del mapeo de un 95 % de los clusters reales de *Prxs* en cebada.

### Agradecimientos

Este trabajo ha sido efectuado gracias a la financiación obtenida por A.M.González por el programa Angeles Alvariño de la Xunta de Galicia y al proyecto Bioexploit Integrated FOOD-CT-2005-513959 que financió a T. Marcel.

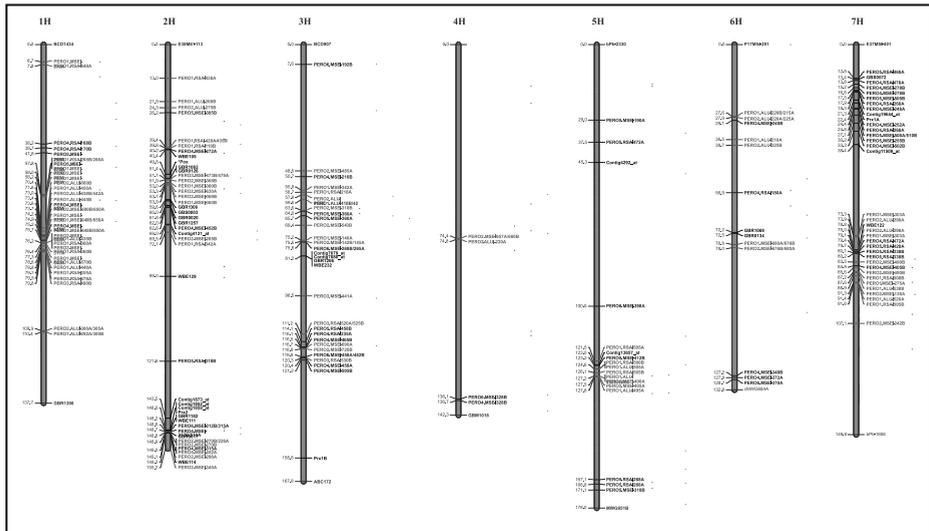
**Referencias**

Jansen J, De Jong AG, van Ooijen JW. 2001. Constructing dense genetic linkage maps. *Theor. Appl. Genet.* 102: 1113-1122.

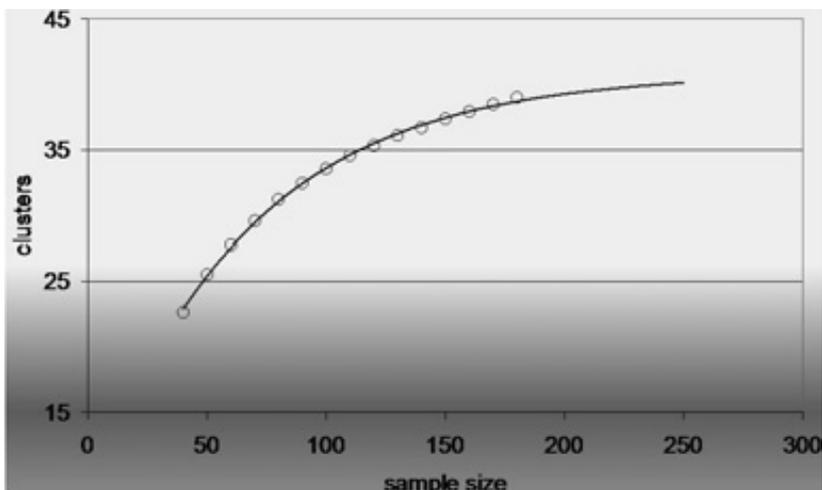
Passardi F, Theiler G, Zamocky M, Cosio C, Rouhier N, et al. 2007. Peroxibase: the peroxidase database. *Phytochemistry* 68: 1605-1611.

Thompson JD, Gibson TJ, Plewniak F, Jeanmougin F, Higgins DG. 1997. ClustalX windows interface: flexible strategies for multiple sequence alignment aided by quality analysis tools. *Nucleic Acids Research* 24: 4876-4882.

van der Linden CG, Wouters DCAE, Mihalka V, Kochieva EZ, Smulders MJM, et al. 2004. Efficient targeting of plant disease resistance loci using NBS profiling. *Theor. Appl. Genet.* 109: 384-393.



**Figura1.** Localización de PERO marcadores en el mapa integrado de cebada.



**Figura 2.** Cada punto representa la media de 50000 “runnings”. Se muestra la relación entre el tamaño de la muestra y el número medio de clusters de la muestra.

## POTENCIAL FOR RAJERO DE VARIEDADES LOCALES DE MAÍZ Y RELACIÓN ENTRE CARACTERES AGRONÓMICOS, DE RENDIMIENTO Y DE VALOR NUTRITIVO

---

Campo Ramírez, L.; Moreno-González, J.

Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo (CIAM). Instituto Galego de Calidade Alimentaria (INGACAL). A Coruña.

### 1. Introducción

---

Los híbridos forrajeros de maíz (*Zea mays* L.) han sido seleccionados por su capacidad productora de materia seca y por su adaptación al medio, mientras que las variedades locales tradicionales son capaces de soportar condiciones ambientales que dañarían seriamente a muchos híbridos comerciales, lo que les confiere una mayor estabilidad productiva. Además poseen genes para caracteres tales como resistencia a enfermedades y plagas, calidad y adaptación a condiciones adversas.

Con el fin de poder ofertar variedades locales de maíz tradicionales y de obtener variedades mejoradas a partir de ellas, los objetivos de este trabajo fueron: (1) identificar variedades locales de maíz con alto valor forrajero y (2) determinar el grado de asociación entre los caracteres agronómicos, de rendimiento de materia seca y los caracteres de valor nutritivo de la parte verde de la planta.

### 2. Material y Métodos

---

Setenta y seis variedades locales (VL) de maíz más 6 híbridos comerciales utilizados como testigos, fueron caracterizadas y evaluadas durante los años 2004, 2005 y 2006. El diseño experimental fue un látice triple 9x9 con tres repeticiones.

En la recolección se tomaron los datos de contenido de (MS) y rendimiento en materia seca de la planta entera (RF), de la parte verde (RPV) y de la mazorca (RM). Se tomaron muestras de la parte verde de la planta de maíz que fueron secadas en estufa de aire forzado durante 16 h a 80°C y posteriormente molidas. Las muestras se escanearon mediante un espectrofotómetro modelo NIRSystem 6500 (WinISI 1.5).

Para poder estimar el valor nutritivo de las VL, se analizó el contenido de materia orgánica (MO), de proteína bruta (PB), de fibra ácido detergente (FAD), de fibra neutro detergente (FND) y la digestibilidad de la materia orgánica *in vitro* (DMO). Las estimaciones de dichos parámetros fueron realizadas según técnicas y ecuaciones citadas en Campo y Moreno-González (2003).

El análisis combinado se basó en las medias de los tratamientos ajustados obtenidas por el análisis látice de los ensayos individuales en cada año.

### 3. Resultados y Discusión

---

Las diferencias de las medias entre las VL y los híbridos fueron significativas para todos los parámetros evaluados (tabla 1). Los valores medios de las VL fueron superiores a las medias de los híbridos testigos para DMO, PB y ENC. Al contrario ocurrió con los valores de fibra (FAD y FND). Por lo tanto la capacidad nutritiva de las VL, globalmente, fue superior a la de los híbridos evaluados. Brichette et al. (2001) también encontraron mayores producción de materia orgánica digestible en variedades locales frente a híbridos comerciales. “Dúdar” fue la VL con más bajo encamado (3,4), por debajo de la media de los híbridos. El ecotipo ‘Coristanco’ fue el que alcanzó la digestibilidad más alta, 65,7%, y un PB de 5%, unos valores 3,5 y 1,4% superiores al mejor de los híbridos testados. En cuanto al rendimiento de materia seca en todos los casos los valores fueron superiores para los híbridos frente a las VL. Las VL “Lagarin”, “Mondariz”, “Mondoñedo” y “Andoain”, alcanzaron producciones de RF por encima de las 12 t/ha.

Las variables de calidad nutritiva fueron las más altamente correlacionada con DMO ( $P < 0,001$ ), con coeficientes de correlación de 0,61, 0,39, -0,91 y -0,68, para MO, PB, FAD y FND respectivamente.

te. El rendimiento de materia seca se encuentra negativamente correlacionado con DMO con coeficientes de -0,26, -0,24 y -0,23 para RF, RM y RPV respectivamente. No se ha encontrado una relación directa entre producción de materia seca y calidad nutricional ya que al aumentar la producción en verde se aumenta el contenido de carbohidratos simples y complejos, lo que disminuye la digestibilidad de la planta.

### 3. Conclusiones

La calidad forrajera, así como el rendimiento forrajero de la planta, las floraciones y el encamado se ven afectados por el factor ambiental ya que la interacción genotipo\*año fue significativa.

El rendimiento de materia seca fue superior en los híbridos que en las variedades locales (14,5 vs 9,2 t/ha) mientras que la calidad nutritiva, la precocidad y el encamado fueron superiores en las variedades locales. Las variedades locales seleccionadas para alta producción fueron “Lagarin”, “Mondariz”, “Mondoñedo” y “Andoain”, todas ellas con rendimiento de materia seca por encima de las 12 t/ha, mientras que las variedades locales con más alto valor nutritivo fueron “Coristanco”, “Monfero”, “Taboada” y “Canicouva”.

La digestibilidad de la materia orgánica *in vitro* se encuentra altamente correlacionada con el resto de caracteres de calidad nutritiva, contenido de materia orgánica, proteína bruta, contenido de fibra ácido detergente y neutro detergente, cuyos coeficientes de correlación fueron de 0,61, 0,39, -0,91 y -0,68, respectivamente. El rendimiento de materia seca se encuentra negativamente correlacionado con digestibilidad de la materia orgánica (-0,26), ya que las variedades locales más precoces fueron las que presentaron mayores digestibilidades mientras que las más tardías alcanzaron rendimientos superiores.

### Referencias

Brichette Mieg, I.; Moreno-González, J.; López, A. 2001. Variability of european maize landraces for forage digestibility using NIRS. *Maydica* 46: 245-252.

Campo, L.; Moreno-González, J. 2003. Evaluación del rendimiento, digestibilidad y otros caracteres de maíz forrajero en diferentes fechas de recolección. En: Pastos, desarrollo y conservación. XLIII Reunión Científica de la SEEP 277-283. Granada.

**Tabla 1:** Medias del rendimiento de materia seca, los caracteres agronómicos y de valor nutritivo evaluados en 76 variedades locales (VL) y 6 híbridos (H) en tres años.

Nombre	RF	RM	RP V	VT E	VT A	FF	FM	EN C	MO	PB	FA D	FN D	DM O
Lagarin	12,9	5,76	7,11	4,13	4,22	73,1	69,5	4,0	92,4	4,2	40,2	67,1	59,8
Mondariz	12,6	5,62	6,95	3,40	4,40	67,9	65,7	5,7	93,1	3,9	40,7	68,2	59,0
Mondoñedo	12,4	5,27	7,05	3,26	3,97	68,8	66,3	5,9	93,4	4,0	38,1	62,9	60,2
Andoain	12,1	6,46	5,71	3,16	3,92	61,7	60,4	4,5	93,5	4,0	38,9	66,0	60,8
Coristanco	8,5	3,89	4,59	3,20	3,50	73,0	70,7	4,3	93,6	5,0	36,2	62,7	65,7
Monfero	6,0	3,14	2,88	3,34	4,02	70,8	68,2	9,3	93,8	4,8	36,6	63,1	64,9
Taboada	6,2	2,79	3,38	3,35	3,66	66,6	64,5	6,1	92,5	5,1	36,0	63,1	64,8
Canicouva	4,9	2,68	2,21	3,62	3,52	81,1	79,3	4,2	93,0	5,1	38,0	66,3	64,6
<b>Media de VL</b>	<b>9,2</b>	<b>4,19</b>	<b>5,03</b>	<b>3,10</b>	<b>3,48</b>	<b>71,8</b>	<b>69,8</b>	<b>6,12</b>	<b>93,1</b>	<b>4,29</b>	<b>38,9</b>	<b>65,5</b>	<b>60,8</b>
<b>Media de H</b>	<b>14,5</b>	<b>8,37</b>	<b>6,17</b>	<b>2,76</b>	<b>3,22</b>	<b>73,6</b>	<b>71,6</b>	<b>3,42</b>	<b>94,0</b>	<b>4,01</b>	<b>40,5</b>	<b>68,6</b>	<b>59,4</b>
<b>LSDg(5%)</b>	<b>2,06</b>	<b>1,09</b>	<b>1,21</b>	<b>0,53</b>	<b>0,54</b>	<b>2,77</b>	<b>2,95</b>	<b>6,25</b>	<b>1,53</b>	<b>0,83</b>	<b>3,23</b>	<b>3,8</b>	<b>4,52</b>
<b>LSDlh(5%)</b>	<b>0,62</b>	<b>0,33</b>	<b>0,36</b>	<b>0,16</b>	<b>0,16</b>	<b>0,8</b>	<b>0,9</b>	<b>1,9</b>	<b>0,5</b>	<b>0,2</b>	<b>1,0</b>	<b>1,1</b>	<b>1,36</b>

LSD: mínimas diferencias significativas entre genotipos (g) y entre variedades locales e híbridos (vlh).

## **BIODIVERSIDAD Y TOLERANCIA A ESTRÉS HÍDRICO EN JUDÍA COMÚN (*Phaseolus vulgaris*): DIVERSAS ESTRATEGIAS**

Riveiro, M.<sup>1</sup>; De Ron, A.M.<sup>2</sup>; Rodiño, A. P.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Estación Experimental Agrícola do Baixo Miño, INGACAL. Pontevedra.

<sup>2</sup> Misión Biológica de Galicia, CSIC. Pontevedra.

### **1. Introducción**

El éxito de la adaptación de una planta a su medio radica su capacidad para generar descendencia, y por tanto el grado de adaptación lo dará la producción de grano. Merced a los efectos del cambio climático existe la posibilidad de que se incremente la intensidad y la duración de los períodos de sequía. El presente trabajo pretende analizar las estrategias empleadas por las plantas de judía común para superar el déficit hídrico.

### **2. Material y Métodos**

Todas las variedades utilizadas pertenecen al banco de germoplasma de la Misión Biológica de Galicia-CSIC. Las variedades locales de este banco son nombradas con el código PHA- y los 23 cultivares de referencia utilizados como control son nombrados con el código PMB-.

El ensayo se realizó entre los meses de junio y septiembre en dos parcelas de la Estación Experimental Agrícola do Baixo Miño, situada en el municipio de Salceda de Caselas, Pontevedra. La pluviosidad del periodo del ensayo fue de 74 mm. En la parcela de regadío se practicó un riego de 64 mm. El diseño experimental elegido fue el de bloques completos al azar, con dos tratamientos (regadío y sequía) y dos repeticiones. La parcela experimental medía 1 m<sup>2</sup>. Se tomaron datos fenológicos (inicio floración, maduración de vaina), número de plantas finales, vainas/planta, semillas/vaina, masa de 100 semillas, producción, materia seca (MS) foliolos y área foliolos.

### **3. Resultados y Discusión**

Las variedades con mejores producciones en situación de estrés hídrico y entre las cuales no existen diferencias significativas fueron: PMB-0286 (1412 kg/ha), PMB-0312 (1135 kg/ha), PHA-0683 (1060 kg/ha), PHA-0432 (1031 kg/ha), PHA-0471 (1030 kg/ha), PMB-0310 (891 kg/ha), PMB-0285 (822 kg/ha), PMB-0307 (798 kg/ha).

Para analizar las distintas estrategias utilizadas por las variedades ensayadas se estableció una clasificación ascendente jerárquica utilizando los parámetros: período reproductivo, producción regadío y secano. Además para valorar la respuesta al estrés hídrico se incluyeron como variables los incrementos de regadío a secano de: días inicio floración, período reproductivo, vainas/planta, semillas/vaina, masa de 100 semillas, MS foliolos, área foliolos y producción. Como resultado se obtuvo un dendograma con 16 clases con proximidad por disimilitud, distancia euclídea y método de aglomeración de Ward (figura 1).

Cada clase representa un grupo de variedades con similitudes en parámetros fenológicos y productivos, así como, en su respuesta ante un medio con estrés hídrico. Las variedades con mejor comportamiento en sequía están incluidas en 4 clases: C5, C9, C10 y C12. Pero no todas las variedades de estas 4 clases se encuentran entre las más productivas, lo cual indica que aunque sean variedades que comparten la misma estrategia no siempre logran el mismo objetivo.

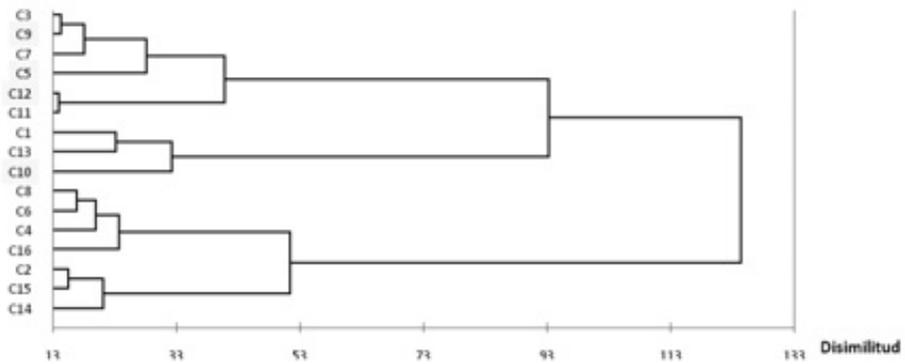
Las variedades de la clase C5 se caracterizan por tener pocas semillas por vaina, hojas pequeñas y una producción en regadío escasa. Su respuesta frente a la sequía consiste en un retraso moderado del inicio floración, un aumento del periodo reproductivo de 14 días. Demuestran una gran estabilidad en parámetros productivos (vainas/planta, semillas/vaina) y por tanto una menor caída en la producción de grano.

Las variedades de la clase C9 son muy productivas en condiciones de regadío, con muchas vainas/planta y gran tamaño de semilla. Los foliolos son pequeños con mucha MS. Ante el estrés hídrico a pesar de sufrir una gran caída de rendimiento sigue siendo de las variedades más productivas.

Retrasa su floración (22 días) sin modificar su período reproductivo, el número de semillas/vaina apenas es afectado, pero las pérdidas en vainas/plantas y masa de 100 semillas se sitúan en el valor medio.

Las variedades de la clase C10 son también muy productivas en condiciones de regadío, con muchas vainas/planta, semillas/vainas pero con una semilla de tamaño intermedio. Los folíolos son grandes con mucha MS. Ante el estrés hídrico a pesar de sufrir una gran caída de la producción, es la variedad con mayor reducción de vainas/planta. Aún así sigue siendo de las variedades más productivas. Sus parámetros fenológicos no se ven afectados. Experimentan la mayor reducción del área del folíolo (16,9 cm<sup>2</sup>).

Las variedades de la clase C12 se caracterizan por tener un moderado número de vainas por planta, pero con pocas semillas por vaina. Las semillas son pequeñas y los folíolos son grandes con poca MS. La producción en regadío es intermedia. Ante la situación de sequía sus parámetros fenológicos y su área foliar permanecen inalterados. Son las variedades que experimentan una menor reducción de la producción, sufren una caída en el número de vainas/planta y semillas/vaina, pero aumenta el peso de las semillas.



**Figura 1.** Dendrograma con 16 clases con proximidad por disimilitud, distancia euclídea y método de aglomeración de Ward.

## CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA PRELIMINAR DE CULTIVARES LOCALES DE CALABAZAS DE CANARIAS

---

Afonso Morales, D.; González González, I.; Ríos Mesa, D.

Centro de Conservación de la Biodiversidad Agrícola de Tenerife. Servicio Técnico de Agricultura y Desarrollo Rural. Cabildo Insular de Tenerife. Tacoronte, Santa Cruz de Tenerife

### 1. Introducción

---

En las Islas Canarias, las calabazas (*Cucurbita* sp) han formado parte de los cultivos destinados al autoconsumo. Las condiciones específicas de las islas han propiciado el desarrollo de una gran cantidad de ecotipos locales que constituyen un rico patrimonio genético (Ferriol et al., 2007). El objetivo de este ensayo fue la caracterización morfológica de un grupo de entradas de calabazas de origen canario, conservadas en el Centro de Conservación de la Biodiversidad Agrícola de Tenerife.

### 2. Material y Métodos

---

El ensayo se llevó a cabo en una parcela al aire libre localizada en el municipio de Tacoronte, en la isla de Tenerife (28° 29' 52'' N, 16° 25' 18'' O, 277 msnm). Se caracterizaron un total de 11 entradas, pero debido a la segregación existente, al final fueron contabilizados y caracterizados 27 fenotipos. Se plantaron un total de 4 plantas por entrada, a una distancia de 3 m entre plantas y 4 m entre filas. Se tomaron un total de 20 caracteres morfológicos, siguiendo los descriptores internacionales (Esquinas-Alcázar y Gulik, 1983). Se caracterizaron 5 frutos por entrada. Los caracteres medidos fueron: sección transversal y características del pedúnculo, forma del fruto, acostillado, color principal y secundario, diseño del dibujo, textura de la piel, dureza de la cáscara y color de la carne, longitud, anchura y peso del fruto, espesor de la cáscara y espesor de la carne.

### 3. Resultados y Discusión

---

Todas las entradas estudiadas presentan el pedúnculo duro y acampanado lo que indica que pertenecen a la especie *Cucurbita moschata*, corroborando los trabajos previos realizados sobre las calabazas en Canarias (Ferriol et al., 2007) (tabla 1).

El análisis cluster realizado de las entradas ha permitido diferenciar la existencia de dos grupos principales. Un grupo que engloba a las entradas con frutos elongados, piriformes y de cuello curvo. La mayoría de frutos tienen un peso menor a 9,1 kg, anchura por debajo de los 25,2 cm y un espesor de la carne inferior a los 4,5 cm. El otro grupo engloba las entradas con frutos redondos y aplastados, con acostillado intermedio, sin color secundario. El peso de los frutos suele estar por encima de los 9,1 kg, un ancho superior a los 25,2 cm y el espesor de la carne mayor a los 4,5 cm.

### 4. Conclusiones

---

Todas las entradas se han identificado como *Cucurbita moschata*. Dentro de esta especie se han encontrado además una gran cantidad de formas, tamaños y colores del fruto, lo indicaría que Canarias es un centro de una gran diversidad en esta especie.

Por otro lado, la inexistencia de métodos de control de la polinización por parte de los agricultores ha provocado algunas variaciones dentro de cada entrada.

### Agradecimientos

---

Este trabajo se ha realizado dentro del Proyecto de conservación ex situ de variedades vegetales autóctonas de Tenerife en riesgo de erosión genética 2008-2013.

## Referencias

Esquinas Alcázar, J.T. y Gulik, P.J. 1983. Genetic resources of Cucurbitaceae. A global report. IBPGR Secretariat, Rome.

Ferriol, M.; Picó, B., Nuez, F. 2007. Genetic diversity of *Cucurbita* spp. in the Canary Islands: a bridge between America and Europe. En Plant genetic resources of geographical and other islands, pp 25-32.

**Tabla 1.** Caracteres estudiados en cultivares locales de calabaza de Canarias

Ecotipo	ff	ac	cp	dd	tp	cc	dp	lf (cm)	pf (kg)	af (cm)	ec (mm)	ecr (mm)
1038	aplastado	intermedio	verde	-	suave	naranja	intermedia	15,3	10,2	35	2,2	6,5
1132-1	piriforme	superficial	naranja	MG	suave	amarillo	intermedia	46,7	6,7	18,9	2,8	2,9
1132-2	aplastado	superficial	verde	MG	granulada	naranja	intermedia	17,4	8,9	27,6	3,2	5,1
1317	cuello curvo	ausente	verde	MG	suave	naranja	intermedia	41,9	3,1	15,2	2,6	2,6
1493-2	elongado	superficial	verde	MG	SO	amarillo	intermedia	53,5	12,4	24,1	2,9	4,2
1493-3	cuello curvo	superficial	naranja	MG	suave	amarillo	intermedia	66,9	14,2	25,4	3,2	4,4
1718-1	aplastado	intermedio	verde	-	suave	amarillo	intermedia	19,8	15,4	37,8	2,8	6,3
1718-2	redondo	intermedio	verde	-	suave	naranja	intermedia	19,3	9,9	30,9	2,8	4,1
1936-1	oval	ausente	verde	MG	Suave	amarillo	intermedia	30	8,3	24,6	2,5	4,1
1936-2	aplastado	intermedio	verde	MG	suave	amarillo	intermedia	18,9	17,4	41,4	2,7	17,4
1936-4	cilindrico	superficial	amarillo	MG	suave	amarillo	intermedia	36,3	9,4	24	4	4,5
1945-1	aplastado	intermedio	verde	MG	SO	naranja	intermedia	20,2	22	44,1	1,9	9,4
1945-3	redondo	intermedio	verde	MG	suave	naranja	intermedia	22,7	14,2	34,7	1,9	7,2
1946-1	piriforme	superficial	verde	MG	suave	amarillo	blanda	28,3	12,1	27,7	2	9,5
1946-2	cuello curvo	superficial	verde	MG	suave	naranja	blanda	61,3	11,4	13,9	1,3	3,3
1946-3	piriforme	superficial	verde	MG	suave	naranja	suave	28,5	9	26	3	4,5
1946-4	redondo	intermedio	verde	MG	suave	amarillo	blanda	24,2	7,8	24,6	2,4	4,5
1948-2	aplastado	profundo	verde	MG	SO	amarillo	blanda	19,2	30,2	50,4	2,79	16,9
1948-3	piriforme	superficial	verde	MG	suave	naranja	intermedia	51,5	22,8	30,4	2,2	5
1949-1	aplastado	profundo	verde	MG	SO	amarillo	intermedia	21	16,4	40,3	1,6	7,6
1949-2	redondo	intermedio	verde	-	SO	amarillo	blanda	31	18,3	37,3	2,5	7,2
1949-3	redondo	intermedio	verde	-	suave	naranja	blanda	25	13,5	33,3	1,9	5,5
1949-4	redondo	superficial	verde	-	suave	naranja	intermedia	22,3	8,2	27	2,6	5,6
1950-1	cilindrico	intermedio	verde	MG	SO	naranja	blanda	52,3	20,7	27,5	2,8	6,9
1950-2	piriforme	intermedio	verde	MG	SO	naranja	blanda	36,1	17,4	30,9	2,2	5,9
1950-3	oval	superficial	verde	MG	suave	amarillo	intermedia	29,6	8,9	27,2	2,7	5,4
1950-4	Cuello curvo	superficial	verde	MG	suave	naranja	blanda	48,2	18,8	32,6	2,7	5

Tipo de hoja (tp), forma del fruto (ff), acostillamiento (ac), forma del pedúnculo (fp), color primario (cp), color secundario (cs), diseño del dibujo (ds), Sección transversal del pedúnculo (stp), textura de la piel (sp), color de la carne (cc), dureza de la piel (dp), longitud del fruto (lf), peso del fruto (pf), ancho del fruto (af), espesor de la cáscara (ec) y espesor de la carne (ecr), duro y acampanado (DA), manchado grosero (MG), suavemente anguloso (SA), fuertemente anguloso (FA), suavemente ondulado (SO).

## PROSPECCIÓN DE LA BIODIVERSIDAD VEGETAL COMO FUENTE DE NUEVOS BIOHERBICIDAS

---

Puig, C. G.; Álvarez-Iglesias, L.; Reigosa, M. J.; Pedrol, N.

Departamento de Bioloxía Vexetal e Ciencia do Solo, Facultade de Bioloxía, Universidade de Vigo. Vigo

### 1. Introducción

---

Desde tiempos lejanos se han obtenido extractos de las plantas con actividad biológica como remedios para la salud humana, como promotores del crecimiento, o como pesticidas, entre otros usos. Sin embargo, y a pesar de que la química de productos naturales en colaboración con la botánica y otras ciencias han incrementado nuestro conocimiento sobre los metabolitos secundarios de plantas, todavía hay muchísimas especies que nunca se han considerado o estudiado, y mucho menos se ha realizado la prospección de toda la biodiversidad existente.

Las plantas silvestres han desarrollado numerosas y muy variadas estrategias evolutivas para competir por el espacio donde establecerse. Uno de estos mecanismos moldeado por la selección natural es precisamente la alelopatía, definida como ‘el efecto directo o indirecto, positivo o negativo, mediado o no por microorganismos, que ejerce una planta sobre otra a través de la liberación de sustancias químicas a su entorno’ (Rice, 1984). Estas sustancias, denominadas aleloquímicos, provocan cambios físico-químicos en el medio, efectos en los microorganismos del suelo, intervienen en la resistencia a herbívoros, estimulan el establecimiento de simbiosis, y/o indirectamente la inhibición del crecimiento de las especies con que la planta donadora compete; a su vez, la alelopatía es un estrés biótico más que, junto con el resto de factores bióticos y abióticos, son motor de evolución y fuentes de biodiversidad (Pedrol *et al.*, 2006)

Creemos que la biodiversidad vegetal del sistema agroforestal atlántico es una fuente por explorar de herbicidas naturales (*a priori* más biodegradables y ambientalmente correctos que los herbicidas de síntesis); de ahí que el primer objetivo de nuestro trabajo sea realizar una prospección de especies con el fin de encontrar extractos y compuestos naturales con efectos fitotóxicos, útiles para el control de la flora arvense en agricultura sostenible.

### 2. Material y Métodos

---

Los criterios de selección para la prospección de la biodiversidad vegetal, sobre la base de la literatura científica, han sido los siguientes: (i) especies de las que ya se han aislado aleloquímicos, pero que ensayados *in vitro* no reproducen su capacidad alelopática observada en el campo (p.ej., eucalipto, acacia), (ii) especies silvestres o cultivadas destinadas a fines medicinales con propiedades fungicidas, bactericidas, etc., cuyos extractos no han sido evaluados como bioherbicidas (p. ej., menta), (iii) especies invasivas cuya actividad puede deberse, al menos en parte, a la liberación al medio de metabolitos secundarios y (iv) disponibilidad de biomasa en el agroecosistema y facilidad de recolección. Nuestra prospección inicial, siguiendo estos criterios, comprendió las siguientes especies: *Mentha rotundifolia* (L.) Huds., *Urtica* sp. L., *Tradescantia fluminensis* Vell., *Eucalyptus globulus* Labill., *Acacia melanoxylon* R. Br., *Acacia dealbata* Link., *Oxalis pes-caprae* L., *Peridium aquilinum* (L.) Khun, *Pentaglottis sempervirens* (L.) Tausch ex L.H. Bailey, y *Parietaria judaica* L.

De cada una de las especies se prepararon extractos acuosos en proporción 1 g de peso seco/15 mL de agua destilada, que se ensayaron sobre la germinación y crecimiento de radículas de especies modelo dicotiledóneas y monocotiledóneas (*Lactuca sativa* L. cv. Grandes Lagos y *Agrostis stolonifera* L. cv. Pencross), frente a los efectos del agua destilada y del herbicida de síntesis metolacoloro, como controles negativo y positivo, respectivamente.

### 3. Resultados y Discusión

---

La Figura 1 muestra los resultados preliminares de esta prospección, donde sorprenden los efectos fitotóxicos de los extractos naturales bioensayados, incluso más intensos que los del herbicida comercial.

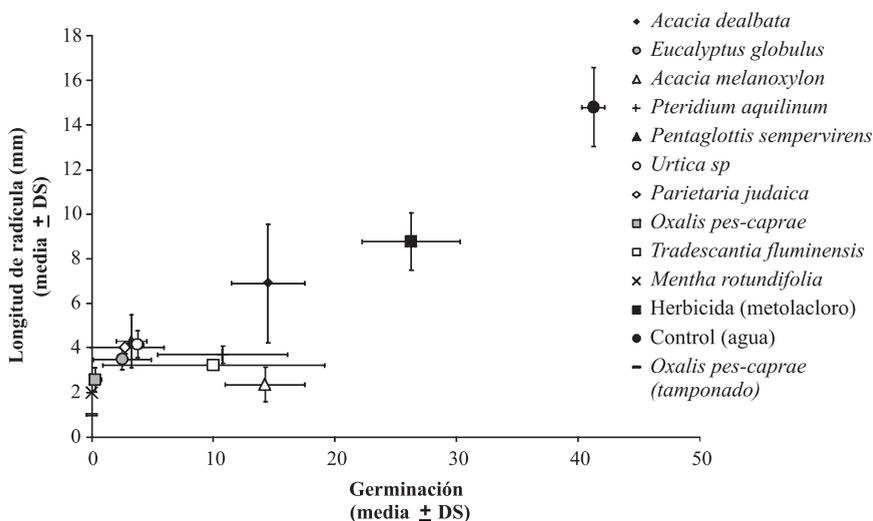
En experimentos subsiguientes, se han observado efectos fitotóxicos de los extractos más prometedores sobre distintas especies de malas hierbas, en contraste con interesantes efectos de estimulación de la germinación de semillas de cultivos, incrementándose por ello el interés de estos extractos bioactivos.

A partir de estos resultados, nuestros experimentos deben centrarse en profundizar sobre la naturaleza de los efectos bioherbicidas encontrados, y dirigirse al establecimiento de pautas de utilización de los extractos activos o del material vegetal como herramientas sostenibles eficientes para el control de la flora arvense.

## Referencias

Pedrol N, González L, Reigosa MJ. 2006. Allelopathy and abiotic stress. En Reigosa MJ, Pedrol N, González L (eds) *Allelopathy. A Physiological Process with Ecological Implications*, pp. 171-210. Springer, Dordrecht, Holanda.

Rice EL. 1984. *Allelopathy*. 2nd ed. Academic Press, Orlando, 189 pp.



**Figura 1.** Valores medios de crecimiento de radícula y porcentaje de germinación total de *Lactuca sativa* tras 48 horas de tratamiento con extractos vegetales acuosos, frente al herbicida de síntesis metolacloro.



## NORMAS PARA LOS AUTORES

---

MOL acepta contribuciones, en el ámbito de la Ciencia y la Tecnología, para sus diferentes secciones. Los trabajos que se presenten han de ser originales, no habiendo sido publicados anteriormente.

La presentación de trabajos para la publicación en MOL supone la aceptación, por parte de los autores, de la revisión crítica de los originales y de la adaptación de los trabajos a las Normas para Autores incluidas en <http://scg.cesga.es>.

Las colaboraciones publicadas reflejan exclusivamente las ideas de sus autores, no siendo compartidas necesariamente por el Comité Editorial de MOL y por la Sociedad de Ciencias de Galicia.

Los trabajos se presentarán impresos, acompañados de copia en soporte digital (preferiblemente escritos en cualquier versión de WordPerfect o MS-Word). Podrán incluirse tablas, gráficos y fotografías en blanco y negro.

El Comité Editorial, apoyado por evaluadores externos, decidirá acerca de la adecuación de los trabajos a la línea editorial de MOL, y hará llegar un informe a los autores, pudiendo sugerir, en su caso, los cambios correspondientes.

Todo tipo de colaboración para MOL debe enviarse a:

SOCIEDAD de CIENCIAS de GALICIA.  
García Camba, 3, 6 A. 36001 Pontevedra, España.  
[scg@correo.cesga.es](mailto:scg@correo.cesga.es)







LOURIZÁN



Rías Baixas  
DENOMINACION DE ORIGEN