

CONTROL GENÉTICO DEL CRECIMIENTO EN FAMILIAS DE POLINIZACIÓN ABIERTA DE DIFERENTES PROCEDENCIAS DE *JUNGLAS REGIA*

J. Fernández* & S. Pereira**

*Centro de Investigaciones Forestales de Lourizán. Apt. 127. 36080 - PONTEVEDRA

**Escola Politécnica Superior. Universidade de Santiago de Compostela. 27002 - LUGO

RESUMEN

Cincuenta y tres árboles de *Juglans regia* fueron seleccionados en seis zonas del NW español: tres localizadas en clima Atlántico europeo y otras tres en clima mediterráneo. Las descendencias de polinización abierta de estos árboles fueron evaluadas mediante un test de progenie en vivero, compuesto por cuatro bloques y doce plantas por familia y bloque. Los caracteres evaluados fueron altura total, diámetro del cuello de la raíz, importancia de los daños causados por enfermedades en las hojas, en el cuello de la raíz y finalmente supervivencia y la integral térmica hasta la brotación. El análisis de los datos muestra que el vigor está asociado a baja incidencia de bacteriosis. Existe variación entre procedencias en resistencia a bacteriosis y variación entre familias, dentro de las procedencias, en resistencia a *Phytophthora* sp.

1. INTRODUCCIÓN

En el Noroeste de España, la especie *Juglans regia* se encuentra ampliamente distribuida desde el nivel del mar hasta los 900 m de altitud, siempre en zonas protegidas de los vientos. La regeneración natural en el monte es un hecho prácticamente inexistente, produciéndose en cambio en tierras en cultivo. Sin embargo el nogal se

considera una especie interesante para plantaciones destinadas a la producción de madera en terrenos de optima calidad.

En esta área se ha realizado una selección para la producción de fruto combinando la fructificación lateral y elevada resistencia a la bacteriosis (ALETA & NINOT, 1993).

El objetivo de la mejora de nogal en el Centro de Investigaciones Forestales de Lourizán, es la selección de materiales de *Juglans regia* para la producción de madera entre poblaciones nativas del Noroeste de España y el análisis de las posibilidades e interés de establecer un huerto semillero o bien realizar selección clonal. Este objetivo está incluido en el proyecto W-BRAINS (FAIR, DG XII) a desarrollar los próximos tres años.

No existen trabajos previos en nogal europeo sobre variación genética de caracteres relevantes para la producción de madera tales como vigor, calidad de fuste y de madera, o bien de resistencia a enfermedades como *Phytophthora* sp. y *Xanthomonas campestris* pv *juglandis*. La variación genética en vigor, fenología y hábito del crecimiento fueron estudiadas en las especies americanas del género *Juglans*. Se encontró variación genética entre procedencias de *J. hindsii* en fenología (MCGRANAHAM & HANSENN, 1988). Otro estudio sobre el

control genético del crecimiento en altura de árboles jóvenes muestra la importancia de la interacción familia*bloque debido a la extrema sensibilidad de *J. nigra* a los factores ambientales (RINK & CLUSEN, 1989).

Se espera que la variación genética de *J. regia* en el Noroeste peninsular sea importante puesto que el área de prospección comprende desde condiciones atlánticas a zonas marcadamente mediterráneas, en un rango de altitudes que va desde el nivel del mar a cerca de 1000 metros.

El propósito de este trabajo es iniciar el estudio de la variación genética en procedencias del Noroeste de España en caracteres del crecimiento, supervivencia, daños por patógenos en hojas y raíces, y en fenología.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

En Octubre de 1992 se recogieron nueces de 53 árboles de *Juglans regia* de seis procedencias del Noroeste de España. El número de progenies por procedencia fueron: 14 progenies de la procedencia I, 1 de la II, 6 de la IV, 9 de la VI, 9 de la VII, y 14 de la VIII (Fig. 1). Las semillas fueron almacenadas a 4 °C durante el invierno y estratificadas en perlita en primavera. Posteriormente se transplantaron al vivero. El test de progenie fue de cuatro bloques y doce plantas por familia y bloque. Uno de los bloques estaba incompleto.

El vivero está localizado en Lourizán, la zona designada como procedencia IV, a 30 m de altitud, sobre un suelo arenoso (76 % de arena, 12 % de limo y 12 % de arcilla), con 30 a 50 cm de profundidad y pH al agua de 5,0. El drenaje fué deficiente y el suelo estuvo encharcado durante el periodo de lluvias, especialmente en invierno. Las condiciones climáticas son las típicas de la costa atlántica del Sur de Galicia: precipitación media en primavera de 473 mm, temperatura media en primavera de 13,4 °C y período libre de heladas de 349 días.

En cada punto de muestreo se definieron las siguientes variables climáticas que fueron

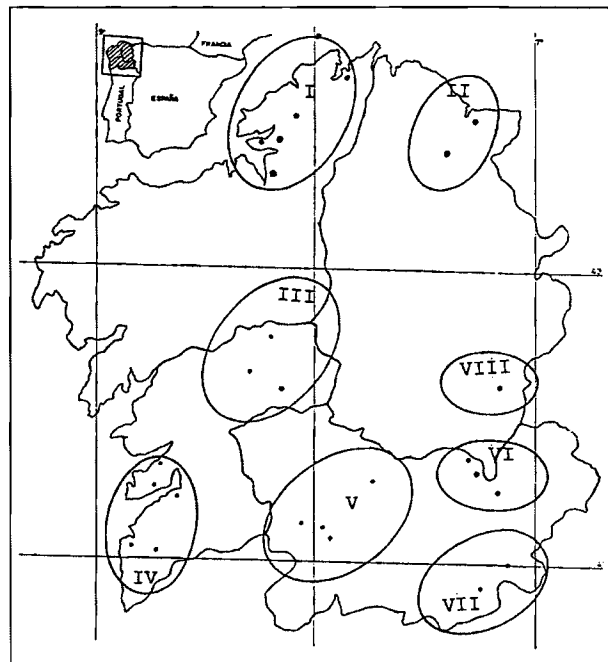


Figura 1. Procedencias de nogal (*Juglans regia*) recogidas en Galicia

asignadas a cada árbol dentro de la procedencia: i) altitud (ALT), ii) integral térmica en el origen (ITO) definida como $\Sigma(tm_i - 7)$, donde tm_i e i son, respectivamente, la temperatura media desde Marzo a Noviembre y el mes, iii) pluviometría media en primavera (PMP), iv) temperatura media en primavera (TMP), y v) período medio libre de heladas (PLH). Los datos de clima fueron tomados de CARBALLEIRA & *al.* (1983) (Tabla 1).

Los caracteres registrados en cada planta fueron: i) altura después de uno y dos períodos de crecimiento (AL1, AL2); ii) diámetro del cuello de la raíz después de dos períodos de crecimiento (D2); iii) daños causados en hojas por bacteriosis (DHB) estimados de 0 a 3 en Octubre (0 = hojas sanas, 1 = menos de la 75 % de la superficie de la hoja afectada por la bacteriosis, 2 = entre el 50 y el 75 % de la superficie foliar afectada por la bacteriosis, y 3 = más del 75 % de la superficie foliar afectada por la bacteriosis); iv) síntomas de *Phytophthora* sp. en el cuello de la raíz (SRP) (0 = planta sana; 1 = plantas con fisuras en el cuello de la raíz, algunas veces muertas); v) integral térmica para la brotación definida como los grados acumulados desde el 15 de Febrero hasta la brotación

Tabla 1. Valores medios de la altitud y variables climáticas en las zonas de procedencia.

Variable	I	II	IV	VI	VII	VIII
ALT (m)	47	188	43	664	849	780
ITO	1949	1829	2256	1176	1327	928
PMP (mm)	253	297	473	205	371	398
TMP (°C)	11.8	11.2	13.4	6.5	6.3	7.5
PLH (días)	365	248	349	158	218	155

(ITB), es decir, $\Sigma(T_i+t_i/2 - 7)$, donde T_i y t_i son las temperaturas máximas y mínimas del día i , respectivamente, vi) supervivencia después de uno y dos años (SU1 y SU2) fueron evaluados por la frecuencia de plantas vivas por bloque.

Los datos fueron analizados realizando un ANOVA con el procedimiento GLM de SAS (1988). Los dos modelos utilizados fueron, para todas variables salvo SU1 y SU2:

$$x_{l(ijk)} = P_i + F(P)_{j(i)} + B_k + P*B_{ik} + F(P)*B_{jk(i)}$$

Para las variables SU1 y SU2 se utilizó el modelo:

$$x_{j(i)} = P_i + F(P)_{j(i)}$$

donde los efectos son: P, la procedencia; F(P), la familia dentro de la procedencia; B, el bloque; P*B, la interacción entre los efectos de la procedencia y el bloque; y F(P)*B, la interacción entre la familia dentro de la procedencia y el bloque.

La correlación fenotípica (Pearson) entre caracteres fué obtenida a partir de la matriz de valores medios por bloque. Un análisis de Componentes Principales fué realizado sobre la matriz de correlación entre ocho caracteres.

3. RESULTADOS

Valores medios

Los bajos valores de los parámetros de supervivencia y vigor (Tabla 2) indican que

las condiciones de crecimiento en vivero fueron malas: el suelo estuvo encharcado durante largos períodos durante el invierno y el pH fué demasiado bajo.

Análisis de varianza

Los componentes de la varianza para diferentes fuentes de variación expresados como porcentajes de la varianza fenotípica se muestran en la Tabla 3. Las más importantes fuentes de variación para la altura (AL1 y AL2) fueron la procedencia (P) y la interacción F*B(P). La variación entre familias dentro de la procedencia fué significativa solamente el primer año. Las procedencias I y II mostraron un mayor crecimiento.

Los daños causados en las hojas por la bacteriosis (DHB) están controlados principalmente por la procedencia y se encontró también una importante interacción. Las procedencias con mejores resultados fueron las I y II, las mismas que obtuvieron el mejor crecimiento.

Los síntomas de *Phytophthora sp.* (SRP) no mostraron variación significativa para ninguna fuente de variación. Sin embargo, el mayor componente de la varianza se dió familias.

La variación entre procedencias en la Integral Térmica hasta el Desborre (ITB) es significativa pero también hay una importante variación entre bloques. Las procedencias I y II tienen altas necesidades de calor hasta el desborre.

Tabla 2. Valores medios de los caracteres estudiados.

	N	Media	Desviación estándar	CV	Mínimo	Máximo
AL1 (cm)	1140	12.89	9.21	71.48	1.50	64.00
AL2 (cm)	1162	52.68	38.54	73.16	5.00	203.00
D2 (cm)	1093	1.34	0.58	43.17	0.10	3.90
DHB	1166	2.19	0.92	42.22	0.00	3.00
SRP	1166	0.09	0.28	321.39	0.00	1.00
ITB	83	266.30	45.40	-	139.30	338.70
SU1	174	0.51	0.24	47.09	0.00	1.00
SU2	174	0.45	0.23	50.99	0.00	1.00

Para la supervivencia (SU1 y SU2) hay diferencias significativas entre familias dentro de procedencias. No hubo, sin embargo, diferencias significativas entre procedencias.

Correlaciones y Análisis de Componentes Principales.

La supervivencia al final del período vegetativo (SU1 y SU2) mostró correlación baja pero significativa con los síntomas de *Phytophthora spp.* (SRP) y la Integral Térmica en el Origen (ITO) (Tabla 4). Esto indica que la muerte de las plantas fué debida principalmente a *Phytophthora sp* (SRP)

y que las procedencias de la costa tuvieron mejor supervivencia.

Las correlaciones entre tratamientos relacionados con el vigor (AL1, AL2 y D2) y ITB, ITO, PLH y DHB indican que las procedencias con desborre tardío, procedentes de áreas con un amplio período vegetativo (mayor ITB, ITO y PLH) crecen más. Estas procedencias presentaron menores daños por bacteriosis (DHB). Los efectos de la bacteriosis y *Phytophthora sp.* son independientes.

El diagrama de dispersión de los valores medios de las progenies para las dos primeras componentes principales dividió la

Tabla 3. Componentes de la varianza para ocho caracteres evaluados como el porcentaje de la varianza fenotípica total y niveles de significación.

	P	F(P)	B	P*B	F*B(P)
AL1 (cm)	29.3**	5.6**	0.0 ^{NS}	0.0 ^{NS}	9.2***
AL2 (cm)	8.6**	2.7 ^{NS}	0.0 ^{NS}	0.6 ^{NS}	16.1***
D2 (cm)	1.6 ^{NS}	3.2 ^{NS}	0.0 ^{NS}	0.0 ^{NS}	13.6***
DHB	2.6*	4.5 ^{NS}	0.3 ^{NS}	0.0 ^{NS}	11.4***
SRP	0.0 ^{NS}	4.7 ^{NS}	0.0 ^{NS}	0.3 ^{NS}	3.2 ^{NS}
ITB	6.9*	3.2 ^{NS}	12.5***	0.5 ^{NS}	4.7 ^{NS}
SU1	0.0 ^{NS}	43.2***			
SU2	0.0 ^{NS}	35.4***			

Tabla 4. Correlaciones fenotípicas de Pearson entre caracteres.

	SU1	SU2	AL1	AL2	D2	DHB	SRP	ITB
SU2	0.90***							
AL1	0.13NS	0.18NS						
AL2	0.20NS	0.22NS	0.77***					
D2	0.14NS	0.16NS	0.63***	0.89***				
DHB	-	-0.12NS	-0.62***	-0.68***	-0.60***			
SRP	-0.22*	-0.22*	-0.10NS	-0.05NS	-0.05NS	0.06NS		
ITB	-0.16NS	-0.12NS	0.34**	0.34**	0.36***	-0.33**	0,24*	
ITO	0.23*	0.23*	0.55***	0.40***	0.22**	-0.46***	-0.10NS	
PMP	0.10NS	0.08NS	-0.50***	-0.43***	-0.31**	0.31**	-0.17NS	-0.43***
TMP	0.28**	0.27*	0.57***	0.35**	0.18NS	-0.43***	-0.19NS	
PLH	0.19NS	0.20NS	0.64***	0.47***	0.28*	-0.47***	-0.06NS	0.11NS

población total en dos grupos bien definidos (Tabla 5, Fig. 2): la primera componente principal (PRIN1), influenciada por el vigor

(AL1 y AL2) y los daños por bacteriosis en hojas (DHB) separaron en la parte positiva de este eje las poblaciones de crecimiento más rápido, menos dañadas por bacteriosis y con mayores necesidades de calor para el desborre (ITB), las procedencias I, II, y IV.

Tabla 5. Vectores propios, valores propios y variación acumulada de las dos primeras componentes principales (PRIN1 y PRIN2, respectivamente) obtenidas a partir de la matriz de correlación basada en las medias de las poblaciones.

Variable	Vectores	
	PRIN1	PRIN2
SU1	0.16	0.62
SU2	0.19	0.60
AL1	0.46	-0.06
AL2	0.51	-0.05
D2	0.48	-0.08
DHB	-0.43	0.13
SRP	-0.06	-0.32
ITB	0.24	-0.34
Valor propio	3.40	2.02
Variación acumulada(%)	42.5	67.8

Los resultados sugieren la existencia de adaptación ecológica en la especie *J. regia* en cuanto a las necesidades de calor para la brotación y en la resistencia a bacteriosis. Por tanto, sería interesante delimitar las procedencias para estas variables y seleccionar dentro de las procedencias para otros caracteres como resistencia a *Phytophthora spp.*, grosor del tallo o importancia de la ramificación y calidad de madera.

Como las condiciones de vivero no fueron buenas y las interacciones genotipo*ambiente importantes, el ensayo será repetido.

BIBLIOGRAFÍA

ALETA, N. & NINOT, A.; 1993. Exploration and evaluation of Spanish native walnut (*J. regia*) populations from Catalonia and Galicia, *Acta Horticulturae*, 311: 17-23.

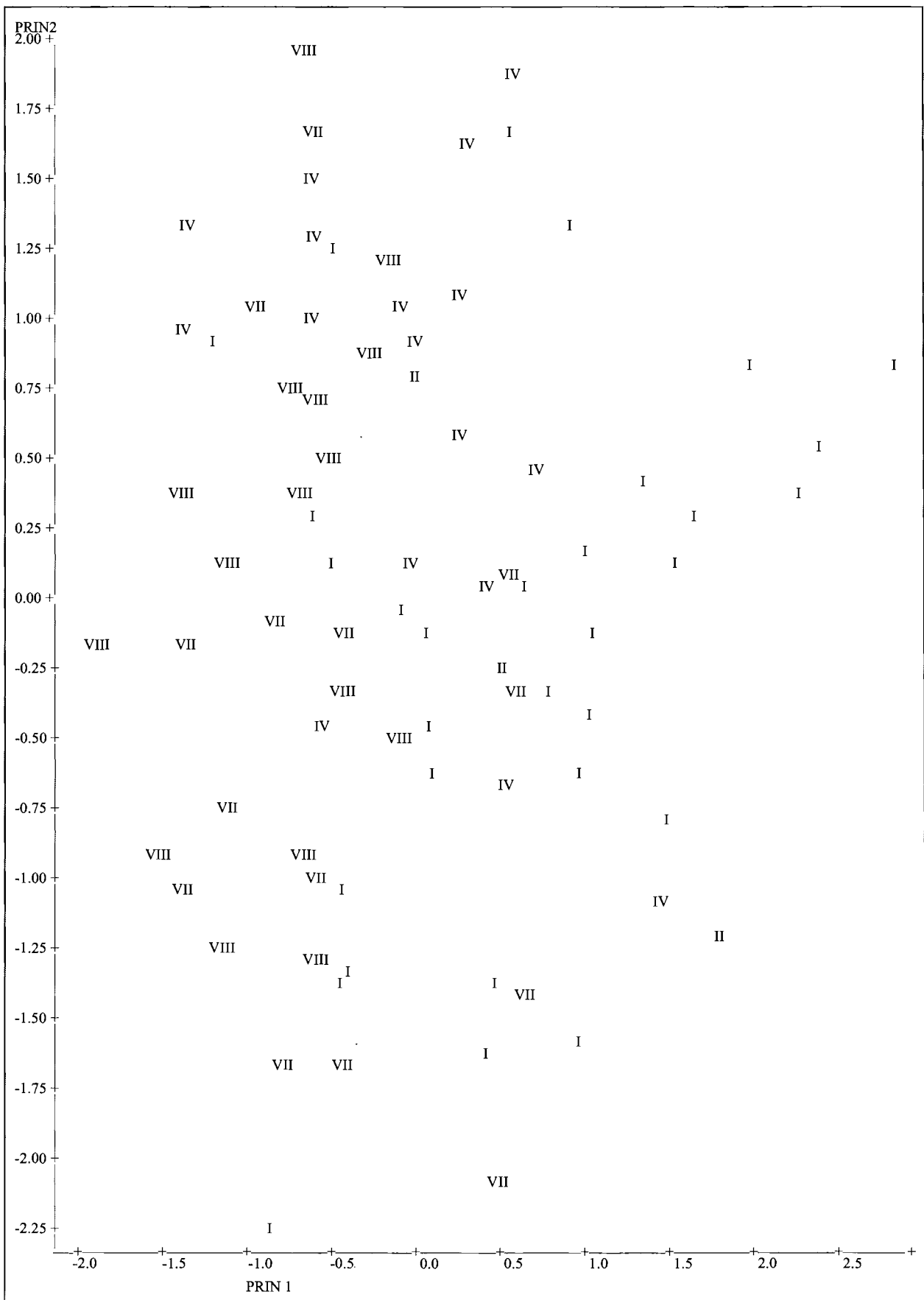


Figura 2.-Diagrama de dispersión de las dos primeras Componentes Principales para las ocho procedencias de nogal recogidas en Galicia.

CARBALLEIRA, A., DEVESA, C., RETUERTO, R., SANTILLAN, E. & UCIEDA, F.; 1983. *Mapas de Bioclimatología de Galicia*, Fundación Pedro Barrié de la Maza, 391 p.

MCGRANAHAM GALE, H. & HANSEN, J.; 1988. Inter- and intraspecific variation in California black walnut, *J. Amer., Soc. Hort. Sci.*, 113(5):760-765.

RINK, G. & CLAUSEN, K.E.; 1989. Site and age effects on genotypic control of juvenile *Juglans nigra* L. tree height, *Silvae Genetica*, 38 (1): 17-21.

SAS; 1988. SAS/STAT User's Guide, Release 6.03 Edition. SAS Institute Inc., Cary.