



7º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

**Gestión del monte: servicios
ambientales y bioeconomía**

26 - 30 junio 2017 | Plasencia
Cáceres, Extremadura

7CFE01-071

Edita: Sociedad Española de Ciencias Forestales
Plasencia. Cáceres, Extremadura. 26-30 junio 2017
ISBN 978-84-941695-2-6

© Sociedad Española de Ciencias Forestales

Efectos de la fertilización sobre los crecimientos en plantaciones forestales intensivas de *Juglans x intermedia* (Mj209xRa) y *Prunus avium*.

HOMAR SÁNCHEZ, C.¹,

¹ Departamento técnico, Bosques Naturales S.A.

Resumen

La fertilización se emplea para reducir los turnos de corta en plantaciones forestales. De 2011 a 2015 se ejecutaron seis ensayos diferentes para evaluar los efectos de la aplicación por cobertera de macronutrientes, enmiendas cálcico-magnésicas, abonar a todo terreno y reconcentrando el abono en áreas próximas al árbol (franjas). Los ensayos se realizaron sobre plantaciones regulares de un clon de cerezo y un clon de nogal plantados en 2006 y 2004 respectivamente. Las plantaciones se ubican en la localidad de Arzúa (Galicia), sobre suelos franco arenosos, de pH ácido (<6), ricos en materia orgánica y nitrógeno, pero pobres en bases. Las aplicaciones de óxidos e hidróxidos de calcio y magnesio (500+230kg/ha/año de CaO y MgO) no produjeron efectos positivos inmediatos sobre cerezo, sin embargo redujeron los crecimientos de diámetro en nogal. Las aplicaciones de carbonatos cálcico-magnésicos (340+180kg/ha/año de CaO y MgO) mejoraron los crecimientos de diámetro en nogal el mismo año del tratamiento. El abonado fósforo potásico (80+200kg/ha/año de P₂O₅ y K₂O durante 2 años) redujo los crecimientos de diámetro en ambas especies, pero dosis anuales de 40 y 100kg/ha/año de P₂O₅ y K₂O, fueron positivas para cerezo. No se observaron diferencias entre abonar a todo terreno y en franjas.

Palabras clave

Enmiendas, nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, nogal, cerezo, clon, dolomita

1. Introducción

El cerezo (*Prunus avium*) y el nogal (*Juglans regia*) son las especies de maderas nobles más empleadas en plantaciones forestales en los últimos años y las de mayor interés económico. El abonado es una operación relativamente costosa por lo que conviene realizar análisis de suelo para calcular las dosis (Cisneros et al., 2006), análisis foliares (Waring & Schlesinger, 1985; Ponder 2004) o preferentemente ambos (Loewe y González, 2001; Loewe et al., 2001). La teoría clásica sobre la fertilización en sistemas forestales, se basa en tres pilares: (1) la fertilización beneficia a los árboles con un efecto temporal que no modifica la calidad de estación; (2) produce incrementos del crecimiento y; (3) la fertilización es más eficaz en árboles jóvenes (Miller, 1981). La fertilización de especies forestales es empleada como herramienta silvícola para el incremento de la producción de biomasa (Haygreen & Bowyer, 1996). Se ha observado que el abonado con nitrógeno, fósforo y potasio se relacionan positivamente con el crecimiento e incremento del diámetro normal en plantaciones de *Juglans nigra* de 18 años (Ponder, 1998).

El nogal híbrido (*Juglans intermedia* Mj209xRa) puede soportar la caliza activa y los suelos básicos, pero parece más sensible a los suelos ácidos (Arnold et al., 2011). Este híbrido se corresponde con un cruzamiento entre la variedad "Mj209" y *Juglans regia*, aunque en este caso no se conoce exactamente si el progenitor femenino es *J. nigra*, *J. major* u otro híbrido con capacidad productiva (Aletà y Vilanova, 2006); y como no conocemos las necesidades nutricionales para este híbrido, partiremos de las necesidades de sus progenitores. Así, los parámetros de fertilización para *Juglans nigra* son pH de 6,5 a 7,2, de 2 a 3,5% de materia orgánica, de 0,25 a 0,3% nitrógeno, de 67 a 90 kg/ha de fósforo, 250 a 310 kg/ha de potasio, 2250 a 3350 kg/ha de calcio y 464 a 555 kg/ha de magnesio elemental (Parker et al., 1992). Para *Juglans regia* en sistemas forestales se recomienda aportes de 15 a 30Tn/ha de estiércol y 100-200 kg/ha de P₂O₅ y 150-200kg/ha de K₂O (Luna 1990, Barone et al 1997). Becquey (1997) hace recomendaciones similares para Francia incrementando las unidades fertilizantes hasta 200 y 300kg/ha de P₂O₅ y K₂O. Las recomendaciones de fertilización para producción de nuez con cosechas superiores a 2,5tn/ha son de 100-140kg/ha de N, 60 a 80kg/ha de P₂O₅, 100-140kg/ha de K₂O y 60-80kg/ha de MgO (Charlot

& Germain, 1998). La distribución de los fertilizantes va de un radio de 0,5m a 4m desde el año 1 al año 8, respectivamente (Muncharaz, 2012); el radio de aplicación de abono se puede hacer bajo el radio de copa (>3m) a partir del año 6 (Crawford, 1996).

Estudios realizados en Castilla y León, consideran al cerezo como una especie de gran amplitud edáfica que requiere de suelos ricos en materia orgánica (1,9 a 5,2%), nitrógeno (0,2 a 0,5%) y relaciones C/N bajas e inferiores a 10 (Cisneros, 2004), pH cercano a la neutralidad (5 a 7) y caliza activa por debajo del 10% (Cisneros et al., 2006), pudiendo considerarse incluso indiferente a este factor (Valero et al., 2008). Se considera una especie bastante exigente en nutrientes para la producción de madera (Thibaut et al., 2009). Para obtener buenos rendimientos son necesarios suelos con altos niveles de nitrógeno y adecuados de fósforo (Ducci, 2005) y microelementos como el zinc (Álvarez et al., 1981); Western Australia s.f., recomienda para densidades de 500 a 700 árboles/ha, fertilizar desde el primer año, llegando a aplicar en el cuarto año hasta 300 a 450kg/ha de N, 120kg/ha de P_2O_5 y 90kg/ha de K_2O , tanto por fertirrigación (en el caso del nitrógeno), como por cobertera. Las normativas de producción integrada de cerezo en España recomiendan ajustar las dosis en función de la edad, análisis de suelo, análisis foliares y extracciones, dando máximos de 100kg/ha de N, 60-140kg/ha de P_2O_5 y 100-200kg/ha de K_2O y recomendando aplicaciones de enmiendas orgánicas en suelos con menos de 1-2% de materia orgánica y pH inferior a 5,7 (Consejería de agricultura y medio ambiente Junta de Extremadura, 2001; Consejería de agricultura y medio ambiente Junta de Castilla y León, 2005).

2. Objetivos

Calcular dosis, formulados y equilibrios de fertilizantes y en base a nitrógeno, fósforo, potasio y enmiendas cálcico-magnésicas en plantaciones forestales de *Juglans x intermedia* Mj209xRa y *Prunus avium* de más de 5 años ubicadas en buena calidad de estación.

3. Metodología

Los ensayos se realizaron en la localidad de Arzúa (Galicia), en fincas propiedad de Bosques Naturales S.A, sobre plantaciones intensivas de un clon de cerezo silvestre y un clon nogal híbrido plantados en 2006 y 2004, respectivamente, y a marcos de 5x5m en cerezo y 5x6m en nogal. La gestión sigue un modelo intensivo que supone la aplicación anual de fertilizantes, control de la competencia vegetal, control de plagas y enfermedades, podas y riegos por goteo. Antes de los ensayos las plantaciones se abonaban anualmente por cobertera y en franjas (40 a 50% del terreno) entre marzo y abril, habiendo recibido los cerezos 106, 129 y 167kg/ha de N, P_2O_5 y K_2O respectivamente, en un ciclo de 5 años (2006 a 2010) y los nogales 180, 154 y 189kg/ha de N, P_2O_5 y K_2O en un ciclo de 7 años (2004 a 2010). A su vez, todas las plantaciones se enmendaban bienalmente entre febrero y marzo con 540 y 280kg/ha de CaO y MgO.

Los ensayos comprenden 1550 árboles, divididos en 2 grupos (G1 y G2). Cada grupo se compone de una zona de cerezo y otra de nogal. Los ensayos empezaron en el año 2011 en G1 y 2012 en G2, finalizando en 2015. Se practicaron hasta 6 tipos de ensayos diferentes (tabla 1) y todos los años se midieron diámetros normales (DN, diámetro del tronco medido a 1,3m de altura) y altura total (AT) en G1 y solo diámetros en G2. En 2012 se tomaron muestras compuestas de suelo en las parcelas del G1; en 2013 muestras compuestas de suelo y hojas en G2. Las muestras de suelo se cogieron en marzo, antes de fertilizar y las de hojas a primeros de agosto. Los ensayos se ubican sobre suelos de clase Inceptisols (clasificación de la USDA), de textura franco a franco-arenosa, profundos, ácidos y ricos en materia orgánica. Los análisis de suelo efectuados en 2009 revelan que son suelos con pH ácidos, muy bajo en cerezo (<5,5) y óptimo en las parcelas de nogal (6) (Cadaña, 2000), con contenidos muy altos de nitrógeno (>4000ppm), con bajo relación C/N (<10) y muy alto contenido de materia orgánica (>4,5%); los niveles de fósforo (<8ppm), calcio (<9,98mmolc/l) y magnesio (<1,48mmolc/l) son bajos, todo según referencias (Junta de Extremadura, 1992). La precipitación media anual fue de 1400mm y 129,1mm en julio y agosto, temperatura media anual de 12,2°C, la temperatura media de julio y agosto de 17,8°C; en el año 2011 se produjo el verano más seco (13mm en julio y agosto) (estación agro-meteorológica de C02-Boimorto, MAPAMA). El riego por goteo se realiza en julio y agosto y se aplicaron de 24 a 32mm por año.

Tabla 1. Descripción de ensayos. Testigo, no abonado; DC, dolomita calcinada más cal apagada (50%CaO+23%MgO); DM: dolomita machacada (34%CaO+18%MgO); UF: unidades fertilizantes, kg/ha de N- P₂O₅-K₂O; (1), tratamientos aplicados solo en el año 2011; (2), solo en este caso es DC de con composición 70%CaO+25%MgO; (3), se aplicaron 30-15-45UF en cerezo y 49-25-42UF en nogal; (4), DC para zonas de cerezo; (5), DM para zonas de nogal; (6), abonado en franjas de 3m. de ancho (60% superficie en cerezo y 50% en nogal) y a todo terreno.; Indiv., análisis individual durante la duración del ensayo; Inter.; análisis de las interacciones entre tratamientos de ensayos sucesivos establecidos en las mismas parcelas.

Ensayo	Duración		Diseño	Tratamientos anuales		Análisis estadísticos	
	ID	nº		Años	nº	Descripción	Indiv.
G1	1	2011-2012	Bloq. Complet. al azar	2 ⁽¹⁾	1tn/ha DC; 1tn/ha DC ⁽²⁾ + NPK ⁽³⁾	ANOVA	
	3	2013	Complet. aleatorizado	3	testigo; 1tn/ha DC; 2tn/ha DC	Prueba T	Kruskal Wallis
	4	2014	Complet. aleatorizado	2	testigo; 1tn/ha DC ⁽⁴⁾ ó DM ⁽⁵⁾ + 0-40-100UF	ANOVA	Kruskal Wallis
	6	2015	Complet. aleatorizado	3	testigo; 1tn/ha DM; 1tn/ha + 0-40-100UF	ANOVA	
G2	2	2012-2013	Complet. aleatorizado	3	testigo; 35-25-46UF franjas y todo terreno ⁽⁶⁾	ANOVA	
	5	2014-2015	Complet. aleatorizado	3	testigo; 0-40-100 UF; 0-80-200UF	ANOVA	

4. Resultados

Cerezo: Según la prueba T, la aplicación de enmiendas cálcico-magnésicas no produjo efectos significativos sobre el incremento de diámetro normal (IDN), pero dosis en torno a 1000 y 460kg/ha de CaO y MgO (dolomita más cal apagada), sí mejoró significativamente los crecimientos en altura total (p-valor<0,001; IAT=11,53dm/año; diferencia=2dm/año; G1, ensayo nº3). Según los análisis ANOVA, la aplicación de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K), en bajas dosis (30+15+45kg/ha de N, P₂O₅ y K₂O), en zonas enmendadas (700+250kg/ha de CaO y MgO), produjo mayores incrementos de altura (p-valor<0,05; IAT=5,9dm/año; diferencia=0,9dm/año; G1, ensayo nº1). La aplicación conjunta de la mezcla dolomita calcinada y cal apagada con abonos fósforo potásicos (ANOVA; G1, ensayo nº4) no produjo efectos significativos sobre los crecimientos en diámetro en comparación con la aplicación de solo dolomita calcinada más cal apagada (500+230kg/ha de CaO y MgO), cuyo efecto fue positivo pero solo se produjo un año después de su aplicación (prueba Kruskal-Wallis; p-valor<0,01; IDN=9,1mm/año; diferencia=2,3mm/año; G1, interacción ensayos nº3 y 4; Fig.1a). La aplicación de calcio y magnesio en forma de carbonatos (dolomita machacada; 340+180kg/ha de CaO y MgO) más abonos fósforo potásicos (40+100kg/ha de P₂O₅ y K₂O), produjo mayores incrementos del diámetro normal el mismo año de su aplicación (ANOVA; p-valor<0,01; IDN=15,5mm/año; diferencia=3,5mm; G1, ensayo nº6; Fig.2a). La aplicación anual de abonos fosforo potásicos por cobertera (40+100kg/ha/año de P₂O₅, K₂O) mejoró significativamente los crecimientos en diámetro normal dos años seguidos (ANOVA; p-valor<0,01; IDN=9mm/año; diferencia=1,5mm/año; G2, ensayo nº5; Fig.3a), mientras que el doble de la dosis redujo los crecimientos en diámetro (Fig.3a). No se observaron diferencias significativas entre aplicar una misma dosis de abono por cobertera (35+25+46kg/ha/año de N, P₂O₅, K₂O) en franjas (localizado en el 60% de la superficie) y a todo terreno en un ciclo de 2 años; sin embargo, durante el segundo años sí se observaron diferencias significativas que mostraron que en las parcelas abonadas, crecieron más que las no abonadas (ANOVA; p-valor<0,05; IDN=11,5mm; diferencia=1,2mm; G2, ensayo nº2; Fig.4a); ambos suelos era ricos en nitrógeno (5200 a 6200ppm), pero pobres en fósforo (<4ppm), potasio (<0,31mmol_c/100gr), calcio (0,5mmol_c/100gr) y magnesio (<0,4mmol_c/100gr); los contenidos foliares fueron normales según referencias (Consejería de Agricultura y Medio Ambiente de la Junta de Extremadura, 2001).

Nogal: Según el ANOVA, la adición de nitrógeno, fósforo y potasio por cobertera (49+25+42kg/ha de N, P₂O₅, K₂O) a parcelas previamente enmendadas con dolomita calcinada más cal apagada (700+250kg/ha de CaO y MgO), no produjo efectos significativos sobre los crecimientos (G1, ensayo nº1). Según la prueba T, la aplicación de dolomita calcinada más cal apagada en dosis próximas a 1000 y 460kg/ha de CaO y MgO, produjo crecimientos significativamente inferiores al testigo en altura (p-valor<0,03; IAT=5,6dm/año; diferencia=-2dm; G1, ensayo nº3); mientras que los efectos observados sobre el diámetro fueron significativamente negativos (p-valor<0,01; G1, ensayo nº3; Fig.1b) y en relación inversamente proporcional a la dosis aplicada, de modo que la dosis de 1000 y 460kg/ha de CaO y MgO produjo mayor efecto negativo (IDN=14,8mm/año; diferencia=-5,5mm/año) que la mitad de la misma (IDN=17,2mm/año; diferencia=-3,1mm/año). La aplicación de

calcio y magnesio en forma de carbonatos (dolomita machacada) en dosis de 340 y 180kg/ha de CaO y MgO, repercutió significativa y positivamente sobre los incrementos de diámetro (ANOVA; p-valor<0,01; IDN=19,1mm; diferencia=2,4mm; G1, ensayo n°4; Fig.1b), no observándose efectos significativos sobre el incremento de altura. La aplicación conjunta de caliza magnesiana machacada (340+180kg/ha de CaO y MgO) más abono fósforo potásico (40+100kg/ha de P₂O₅ y K₂O) no produjo diferencias significativas sobre el incremento de diámetro (ANOVA; G1, ensayos individuales n° 4 y 6; Fig.2b), pero sí una disminución del incremento de altura (prueba Kruskal-Wallis; p-valor<0,05; IAT=0,1dm; diferencia=-0,8dm; G1, ensayo n°6). La aplicación anual de abonos de cobertera en dosis de 40 y 100kg/ha/año de P₂O₅ y K₂O durante dos años, no produjo efectos significativos sobre el incremento de diámetro (ANOVA; G2, ensayo n°5; Fig.3b). La aplicación anual de 80 y 200kg/ha/año de P₂O₅ y K₂O produjo mayores crecimientos respecto al testigo durante el primer año (ANOVA; p-valor<0,08; IDN=14,1mm/año; diferencia=0,75mm; G2, ensayo n°5; Fig.3b), pero el efecto de una segunda aplicación anual sobre las mismas parcelas, produjo una reducción de los crecimientos en diámetro (ANOVA; p-valor<0,07; IDN=12,3mm/año; diferencia=-1mm; G2, ensayo n°5; Fig.3b). El efecto de abonar con nitrógeno, fósforo y potasio (35+25+46kg/ha/año de N, P₂O₅, K₂O) durante dos años seguidos a todo terreno y de modo localizado (50% de la superficie) sobre suelos ricos en nitrógeno (5800ppm), pero pobres en fósforo (<3,5ppm), potasio (0,44mmol_c/100gr), calcio (1,2mmol_c/100gr) y magnesio (0,38mmol_c/100gr), no produjo mejoras sobre el crecimiento en diámetro ninguno de los dos años de estudio (ANOVA; G2, ensayo n°2; Fig.4b); además, los contenidos nutricionales foliares observados fueron normales según referencias (Muncharaz, 2012).

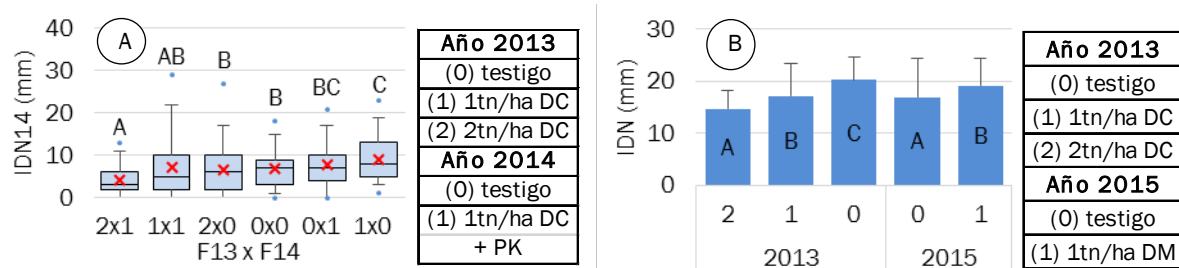


Figura 1. Efecto de la aplicación de enmiendas cálcico-magnésicas sobre el incremento de diámetro normal (IDN). (A) Cerezo: gráfico de cajas de prueba de Kruskal-Wallis en interacción ensayos n°2 y 4 de G1. (B) Nogal: diagrama de barras de ANOVA en ensayos n° 2 y 6 de G1, las barras de error son la desviación típica. DC, dolomita calcinada más cal apagada; DM, dolomita machacada; PK, abonos fósforo-potásicos; F13 y F14, tratamientos de fertilización aplicados en 2013 y 2014; IDN14, IDN en el año 2014.

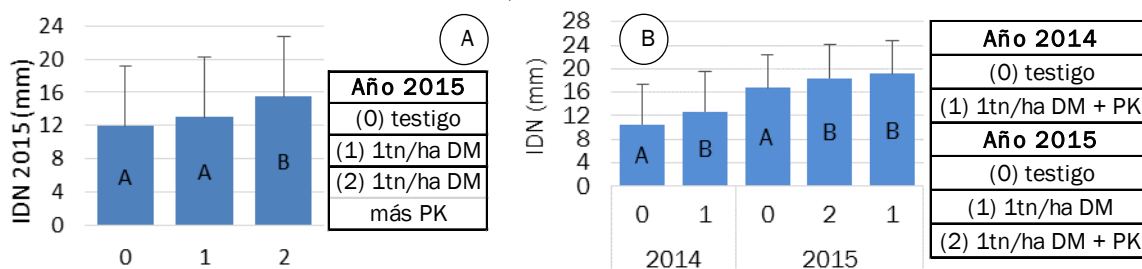


Figura 2. Efecto de la aplicación conjunta de enmiendas cálcico-magnésicas y abonado fósforo-potásico (PK) sobre el incremento de diámetro normal (IDN). (A) Cerezo: diagrama de barras de ANOVA en ensayo n°6 de G1. (B) Nogal: diagrama de barras de ANOVA en ensayos n°4 y 6 de G1. Las barras de error son la desviación típica. DM, dolomita machacada; PK, abonos fósforo-potásicos, 40+100kg/ha de P₂O₅ y K₂O; IDN15, IDN en el año 2015.

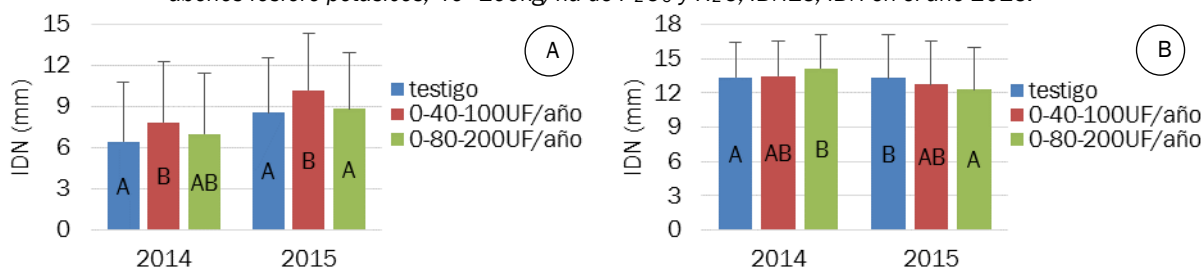


Figura 3. Efecto de la aplicación abonos fósforo-potásico sobre el incremento de diámetro normal (IDN) en los años 2014 y 2015. (A) Cerezo: diagrama de barras de ANOVA en ensayo n°5 de G2. (B) Nogal: diagrama de barras de ANOVA en ensayo n°5 de G2. Las barras de error son la desviación típica. UF/año, kg/ha de N - P₂O₅ - K₂O aplicados por año.

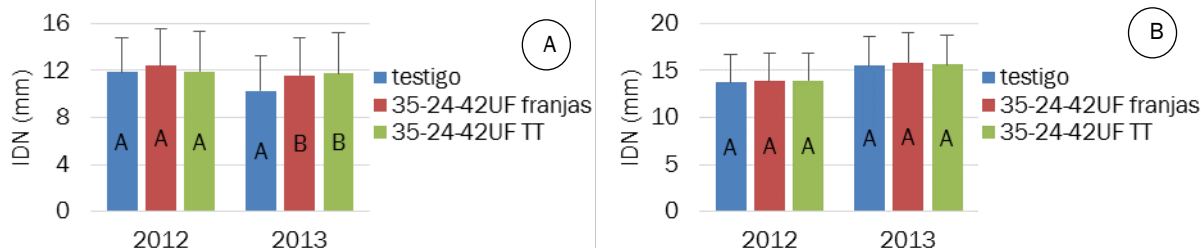


Figura 4. Efecto de la aplicación nitrógeno, fósforo y potasio por cobertera con distinto porcentaje de cobertura sobre el incremento de diámetro normal (IDN). (A) Cerezo: diagrama de barras sobre ANOVA en ensayo n°2 de G2; (B) Nogal: diagrama de barras sobre ANOVA de ensayo n°2 de G2. Las barras de error son la desviación típica. UF, kg/ha de N, P₂O₅ y K₂O aplicados por año; franjas, abonado en franjas de 3m. con coberturas del 60% del suelo en zonas de cerezo y 50% en zonas de nogal; TT, abonado a todo terreno, cobertura del 100% del suelo.

5. Discusión

La aplicación de enmiendas y fertilizantes mejoró los crecimientos en nuestras plantaciones forestales, al igual que les sucedía a otros autores (Haygreen & Bowyer, 1996; Ponder, 1998). Coello y colaboradores (2013a y 2013b) observaron que en estaciones de buena calidad y con bajo nivel de gestión, el nogal híbrido puede alcanzar hasta 200mm de diámetro normal en 18 años (11mm/año) y el cerezo silvestre puede alcanzar 180mm de diámetro (11mm/año) y 9m de altura en 16 años; en nuestras parcelas de ensayo los incrementos anuales alcanzaron valores superiores, observándose máximos de 16mm/año en cerezo y 18mm/año en nogal. Los diámetros normales medios en 2016 son de hasta 151 y 200mm en cerezo y nogal, respectivamente; y el análisis global de los crecimientos anuales no reflejó tendencias negativas, por lo que no se asumen efectos de la competencia intraespecífica. Las plantaciones tienen menos de 12 años y se encuentran en periodo juvenil cuando el aprovechamiento de nutrientes es máximo según Miller (1981). La fertilización se efectuaba en una sola aplicación por cobertera, por lo que el flujo de nutrientes biodisponibles no se ajustó a las necesidades temporales de cada especie, de acuerdo a las teorías de Ingestad (1982).

Las parcelas experimentales se ubican sobre suelos con contenidos de nitrógeno, materia orgánica y relaciones C/N que coinciden con los requerimientos óptimos de cerezo (Cisneros, 2004) y nogal (Jaynes, 1969; Coello et al., 2009). Los niveles de pH del suelo se ajustan a los requerimientos de cerezo y nogal (5 a 7 según Cisneros et al., 2006; y >4 según Aletà y Vilanova, 2006 y Arnold et al., 2011), pero el bajo contenido de bases en los suelos no es recomendable para nogal híbrido (Aletà y Vilanova, 2006). La biodisponibilidad de nutrientes en el suelo se refleja en los contenidos foliares (Waring & Schlesinger, 1985); antes de 2011 se observaban carencias de microelementos (zinc y manganeso) que fueron corregidas mediante aplicaciones foliares, pero las carencias de potasio, calcio y magnesio, observadas en suelo, repercutieron sobre los contenidos foliares de estos elementos. Las aplicaciones de fósforo, potasio, calcio y magnesio vinieron a corregir los niveles de estos elementos en suelo, repercutiendo positivamente sobre los crecimientos, pero la acumulación de tratamientos y excesivos niveles de potasio en suelo (>0,77mmolc/100gr; Junta de Extremadura, 1992), no produjeron efectos significativos sobre los crecimientos. En este sentido, otros autores (Mandre, 2002; Mandre et al., 2006) en estudios realizados sobre coníferas, observaron que excesos de potasio, calcio y magnesio biodisponible en suelo producen excesivos niveles de lignificación, que se correlacionan negativamente con el crecimiento en diámetro y altura. Para cerezo las dosis anuales máximas recomendadas de potasio son 200kg/ha/año de K₂O (Consejería de agricultura y medio ambiente Junta de Extremadura, 2001; Consejería de agricultura y medio ambiente Junta de Castilla y León, 2005) y para nogal también (Luna, 1990; Barone et al., 1997), pero en un ciclo de dos años esta dosis produjo una disminución de los crecimientos en diámetro normal en ambas especies, mientras que dosis de 100kg/ha/año, similares a las recomendadas por Western Australia s.f. para cerezo, fueron las idóneas para esta especie cuando se ubicaba en suelos pobres en potasio (<0,51mmolc/100gr; Junta de Extremadura, 1992).

El cerezo soportó mejor la aplicación de dolomita calcinada que el nogal, probablemente debido a que este puede soportar altos niveles de caliza activa (<10%; Cisneros et al., 2006), sin embargo no se observaron respuestas instantáneas sobre el incremento de diámetro y el efecto sobre el incremento de altura fue dispar. En nogal, solo la aplicación de carbonatos cálcico magnésicos (dolomita) en dosis medias de 340 y 180Kg/ha de CaO y MgO mejoró los crecimientos en diámetro normal pero no en altura, mientras que el empleo de dolomita calcinada más cal apagada redujo los crecimientos solo el año de su aplicación, aunque se observaron efectos positivos sobre el crecimiento en diámetro un año más tarde. La rapidez con la que se incorporan la dolomita al suelo es más lenta que la de la caliza y, ésta, a su vez es más lenta que el hidróxido de calcio y el óxido de calcio (Bernier y Alfaro, 2006). El empleo de enmiendas cálcicas de rápida incorporación puede provocar excesos temporales de calcio similares a altos niveles de caliza activa en suelo, contraproducente para *Juglans regia* (<6%; Cisneros et al., 2006) y *Juglans nigra* (Becquey, 1997).

La aplicación de coberteras con 35, 25 y 46kg/ha/año de N, P₂O₅ y K₂O (G2, ensayo nº2) se corresponde con el 35, 41 y 46% de las dosis mínimas de N, P₂O₅ y K₂O recomendadas para nogal común (Charlot & Germain, 1998) y cerezo silvestre (Consejería de agricultura y medio ambiente Junta de Extremadura, 2005); estos aportes no parecieron corregir los bajos niveles de fósforo y potasio en suelo (<8ppm y <0,51mmol_c/100g; Junta de Extremadura, 1992) y el aporte de nitrógeno no fue justificado, dado que los suelos presentaban contenidos de nitrógeno muy altos (>4%; Junta de Extremadura, 1992) e idóneos para nogal negro (>3%; Parker et al., 1992) y cerezo (2 a 5%; Cisneros, 2004); pese a esto, se observó que tras un ciclo de 2 años, el cerezo creció más en diámetro con este abonado, incluso sobre suelos con bajos niveles de calcio y magnesio (<9,98mmol_c/100gr y <1,48mmol_c/100gr; Junta de Extremadura, 1992). Tanto la aplicación de nitrógeno, fósforo y potasio en dosis bajas (G2, ensayo nº2) como la aplicación conjunta de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio (G1, ensayo nº1), dio lugar a contenidos foliares normales en ambas especies (Consejería de Agricultura y Medio Ambiente de la Junta de Extremadura, 2001; Muncharaz, 2012) lo que sugiere baja o nula correspondencia con los resultados observados, pese a esto se recomienda realizar otros estudios que evalúen con mayor intensidad los contenidos de nutrientes de suelo y árbol.

El efecto de aumentar el ancho de abonado (G2, ensayo nº2) por cobertera de 3 a 5 y 6m, no produjo efectos significativos sobre el crecimiento en un ciclo de 2 años. Obtuvimos los mismos resultados cuando abonamos en franjas de 5 a 6m (a todo terreno) que cuando aplicamos los valores recomendados por Muncharaz (2012) (franjas de 4m a los 8 años) y Crawford (1996) (abonar bajo el diámetro de copa a partir de los 6 años).

6. Conclusiones

- El cerezo respondió adecuadamente a la aplicación de óxidos de calcio y magnesio e hidróxidos de calcio (500 y 230kg/ha de CaO y MgO) observándose efectos positivos sobre los crecimientos en diámetro una año después de la aplicación.
- El nogal respondió negativamente a la aplicación de óxidos de calcio y magnesio e hidróxidos de calcio para dosis iguales o superiores a 500 y 230kg/ha/año de CaO y MgO, observándose reducciones del crecimiento en diámetro el mismo año de su aplicación.
- El nogal respondió positivamente a las aplicaciones de carbonatos cálcico-magnésicos (dolomita machacada, 340+180kg/ha/año de CaO y MgO) observándose mayores crecimientos en diámetro el mismo año del tratamiento.
- En cerezo, la aplicación de 40 y 100kg/ha/año de P₂O₅ y K₂O favoreció los crecimientos en diámetro, pero el doble de la dosis redujo el crecimiento.
- El cerezo se mostró como una especie más sensible a las deficiencias de fósforo y potasio, mientras que en nogal parece más sensible a las deficiencias calcio y magnesio.
- La presencia de altas concentraciones o acumulación de tratamientos con calcio, magnesio y potasio en suelo limitó los crecimientos en diámetro y altura en ambas especies.

7. Agradecimientos

A todos los compañeros de Bosques Naturales S.A, en especial al personal de campo de la fincas de Galicia y compañeros del Departamento de Técnico. A la madre de mi hijo, la doctora Jara García Chicote, por su cariñosa, inestimable e intachable corrección.

8. Bibliografía

- ALETÀ, N.; VILANOVA, A.; 2006. El nogal híbrido. *Navarra Forestal* 13: 18-21.
- ALVAREZ, M.; CABALLERO, C.; CARREÑO, I.; CASTRO, J.; FERREYRA, R.; GODOY, I.; GONZÁLEZ, H.; PINTO, A.; MIRANDA, O.; RAMÍREZ, A.; RUIZ, R.; SOTOMAYOR, C.; 1981. El cultivo del cerezo. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Boletín Divulgativo N° 83. 86. Santiago.
- ARNOLD, E.; FRANK, R.; HEIN, S.; EHRING, A.; 2011. Croissance, qualité et mortalité du Noyer hybride sur différentes stations dans le Bade-Wurtemberg (Allemagne). *Revue Forestière Française*, LXIII(4): 425-434.
- BARONE, E.; BURESTI, E.; CANATA, F.; DI MARCO, L.; MERCURIO, R.; MINOTTA, G.; PARIS, P.; 1997. Modelli colturali e tecniche di coltivazione. En: GIANNINI, R.; MERCURIO, R (eds.): *Il noce commune per la produzione legnosa*. 115-163. Avenue Media. Bologna.
- BEQUEY, J.; 1997. Les noyers à bois. Institut pour le Développement Forestier. 144. Paris.
- BERNIER, R.; ALFARO, M.; 2006. Acidez de los suelos y efectos del encalado. Boletín Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA, N° 151. 46. Osorno.
- CADAHÍA, C.; 2000. Fertirrigación. Cultivos hortícolas y ornamentales. Mundi-Prensa. 681. Madrid.
- CISNEROS, O.; 2004. Autoecología del cerezo del monte (*Prunus avium*) en Castilla y León. Universidad Politécnica de Madrid. Tesis doctoral.
- CISNEROS, O.; MARTÍNEZ, V.; MONTERO, G.; ALONSO, R.; TURRIENTES, A.; LIGOS, J.; SANTANA, J.; LLORENTE, R.; VAQUERO E.; 2006. Plantaciones de frondosas en Castilla y León. Cuadernos de Campo. Junta Castilla León, FAFCYLE. 74. Castilla y León.
- COELLO, J.; PIQUE, M.; VERICAT, P.; 2009. Producció de fusta de qualitat: plantacions de noguera i cirerer. Departament de Medi Ambient i Habitatge Centre de la Propietat Forestal. 175. Catalunya.
- COELLO, J.; BECQUEY, J.; GONIN, P.; ORTISSET, J.; BAIGES, T.; PIQUÉ, M.; 2013a. El nogal híbrido (*Juglans x intermedia*) y el nogal común (*J. regia*) para madera de calidad. En: COELLO, J.; BECQUEY, J.; GONIN, P.; ORTISSET, J.; DESOMBRE, V.; BAIGES, T.; PIQUÉ, M. (eds). *Fronosas productoras de madera de calidad: ecología y silvicultura de especies para el ámbito pirenaico y regiones limítrofes*. 4-11. Generalidad de Cataluña, Departamento de Agricultura, Ganadería, Pesca, Alimentación y Medio Natural - Centro de la Propiedad Forestal. Santa Perpétua de Mogoda.
- COELLO, J.; DESOMBRE, V.; BECQUEY, J.; GONIN, P.; ORTISSET, J.; BAIGES, T.; PIQUÉ, M.; 2013b. El cerezo (*Prunus avium*) para madera de calidad. En: Coello, J.; Becquey, J.; Gonin, P.; Ortisset, J.; Desombre, V.; Baiges, T.; Piqué, M. (eds). *Fronosas productoras de madera de calidad: ecología y silvicultura de especies para el ámbito pirenaico y regiones limítrofes*. 13-20. Generalidad de Cataluña, Departamento de Agricultura, Ganadería, Pesca, Alimentación y Medio Natural - Centro de la Propiedad Forestal. Santa Perpétua de Mogoda.

CONSEJERÍA DE AGRICULTURA Y MEDIO AMBIENTE DE LA JUNTA DE EXTREMADURA; 2001. Orden de 27 de abril de 2001, por la que se aprueba la Norma Técnica Específica en Producción Integrada de Cerezo en la Comunidad Autónoma de Extremadura. D.O.E. de 29 de mayo número 61. 5676-5712.

CONSEJERÍA DE AGRICULTURA Y MEDIO AMBIENTE DE LA JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN; 2005. Resolución de 24 de octubre de 2005, de la Dirección General de Producción Agropecuaria, por la que se aprueba el Reglamento Técnico Específico de Producción Integrada de Cerezo. B.O.C. de 9 de noviembre número 216. 19267-19274.

CRAWFORD, M.; 1996. Walnuts: Production and Culture. Agroforestry Research Trust. 28. U.K.

DUCCI, F.; 2005. Monografía sul ciliegio selvático: *Prunus avium* L. CRA – Istituto sperimentale per la selvicoltura. 134. Arezzo.

HAYGREEN, J; BOWYER, J.; 1996. Forest Products and Wood Science: An Introduction, 3rd ed. Iowa State University Press. 390. Ames.

INGESTED, T.; 1982. Relative addition rate and external concentration; Driving variables used in plant nutrition research. *Plant, Cell & Environment* 6: 443-453.

JAYNES, R.; 1969. Handbook of North American Nut Trees. Northern Nut Growers Association. 421. Knoxville.

JUNTA DE EXTREMADURA, CONSERJERÍA DE AGRICULTIURA Y COMERCIO; 1992. Interpretación de análisis de suelo, foliar y aguas de riego. Consejo de abonado. Mundi-Prensa. Madrid.

LOEWE, V.; GONZÁLEZ M.; 2001. Nogal común *Juglans regia*: Una alternativa para producir madera de alto valor. Ministerio de Agricultura. 165. Santiago.

LOEWE, V.; PINEDA, G.; DELARD, C.; 2001. Cerezo común *Prunus avium*: Una alternativa para producir madera de alto valor. Ministerio de Agricultura. 105. Santiago.

LUNA, F.; 1990. El nogal. MAPA (Servicio de Extensión Agraria) y Mundi-Prensa. 155. Madrid.

MANDRE, M.; 2002. Relationships between lignin and nutrients in *Picea abies* L. under alkaline air pollution. *Water Air Soil Pollut* 133: 363-379.

MANDRE, M.; PÄRN, H.; OTS, K.; 2006. Short-term effects of wood ash on the soil and the lignin concentration and growth of *Pinus sylvestris* L. *Forest Ecology and Management* 223(1-3): 349-357.

MILLER, H. 1981. Forest fertilization: some guiding concepts. *Forestry* 54(2): 157-167.

MUNCHARAZ, M.; 2012. El nogal. Técnicas de producción de fruto y madera. Mundi-Prensa. 350. Madrid

PARKER, D.; BOCKHEIM, J.; MEYER, D.; 1992. Soil and site selection. Fact Sheet 68, Walnut Tips. Wisconsin Walnut Council.

PONDER, F.; 1998. Fertilizer combinations benefit diameter growth of plantation black walnut. *Journal of Plant Nutrition* 21: 1329-1337.

PONDER, F.; 2004. Soils And Nutrition Management for Black Walnut. En: MICHLER, C.; PIJUT, P.; VAN SAMBEEK, J.; COGGESHALL, M.; SEIFERT, J.; WOESTE, K.; OVERTON, R.; PONDER, F. Black Walnut in a

New Century: Proceedings of the 6th Walnut Council Research Symposium. 71-76. USDA Forest Service, North Central Research Station. Lafayette.

THIBAUT, A.; CLAESSENS, H.; RONDEUX, J.; 2009. À paraître - Autécologie du merisier. Fiche technique. DNF DGRNEDNF. 35. Namur.

VALERO, E.; 2008. Estudio de la ramificación de *Prunus avium* L. en parcelas de la P.A.C. en la provincia de Soria. PFC, ETSEA. Universitat de Lleida. 109. Tesis Doctoral.

WARING, R.; SCHLESINGER, W.; 1985. Forest ecosystems: concepts and management. Academic Press. 338. Orlando.

WESTERN AUSTRALIAN, DIVISION OF HORTICULTURE; s.f. Modern production of sweet cherries in Western Australia. Western Australian Department of Agriculture. Bulletin n° 4132. 18. South Perth