



6º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

6CFE01-219

Montes: Servicios y desarrollo rural
10-14 junio 2013
Vitoria-Gasteiz



Edita: Sociedad Española de Ciencias Forestales
Vitoria-Gasteiz, 10-14 junio de 2013
ISBN: 978-84-937964-9-5

© Sociedad Española de Ciencias Forestales

Crecimiento, forma y calidad de madera en clones de cerezo y nogal. Estudio clonal y ambiental y uso de métodos no destructivos para su evaluación

MERLO SANCHEZ, E.¹, SANTA CLARA ESTEVEZ, O.¹, URBÁN MARTÍNEZ, I.²

¹ MADERA PLUS CALIDAD FORESTAL S.L. Departamento de Innovación y Tecnología. Parque Tecnológico de Galicia, Rúa de Vigo nº 2, 32901. San Cibrao das Viñas. Ourense. Tel +34 988049360. Tel 685825640. maderaplus@maderaplus.es www.maderaplus.es

² BOSQUES NATURALES. Departamento de I+D+i. Avenida de la Vega 1. Edificio 3 - Planta 428108 Alcobendas. Madrid (SPAIN) Tel. +34 91 360 42 00 Fax. +34 91 360 42 01 ignaciourban@bosquesnaturales.com. www.bosquesnaturales.com

Resumen

La demanda de madera valiosa ha aumentado recientemente, pero el precio de la misma varía en función de las características estéticas, y por eso, es fundamental incluirlas en los programas de selección y desarrollar metodología que permita detectarlas sobre árboles en pie. En este estudio se han evaluado 4 clones de cerezo (*Prunus avium*) y 2 clones de nogal híbrido (*Juglans Mj209xRa*) presentes en 5 plantaciones clonales propiedad de Bosques Naturales S.A., y se han utilizado metodologías sónicas para caracterización de variables de interés sobre los árboles en pie. Los resultados han determinado aquellas variables que han mostrado control genético y con interés para incluirlas en los futuros procesos de selección. En nogal se observa una influencia clonal en anchura de anillo, conicidad, esbeltez, elipticidad, anillo de crecimiento marcado y tonalidad de gris en la madera. En cerezo se observa influencia clonal en la anchura de anillo, la rectitud del fuste, ángulo de rama, porcentaje de duramen, emisión de yemas adventicias y sobre todo en la presencia de vena verde. Se proponen funciones discriminantes para rechazar los árboles con mucha vena verde a partir de mediciones sónicas y proporción de copa realizadas sobre árboles en pie.

Palabras clave

Vena verde, madera, frondosas nobles, control genético

1. Introducción

La demanda de madera valiosa ha aumentado recientemente y existe un notable interés por el cultivo de especies valiosas de hoja ancha. El nivel actual de conocimiento de estas especies y cómo cultivarlas es insuficiente y es necesario obtener más información para obtener madera de alta calidad.

Para ello es fundamental conocer cuáles son las características de interés, que pueden afectar al precio de la misma, (WIENDENBECK et al, 2004) y es muy importante poder detectarlo sobre el árbol en pie o sobre la troza cortada. Entre los principales atributos de calidad de la madera para chapa está la ausencia de nudos, la uniformidad del color, homogeneidad del ancho de los anillos, textura y consistencia de anillos, consistencia de color, singularidades, porcentaje de duramen, médula centrada (ALDERMAN et al, 2010, CASSENS, 1992). La variación de color denominada “vena verde”, que presenta la madera de cerezo, podría relacionarse con la presencia tensiones de crecimiento en el árbol ligado a una mayor longitud de las fibras y aumento en el contenido en celulosa y hemicelulosas, o bien por procesos de oxidación ligados a variaciones en la concentración de flavonoides y antioxidantes (MAYER et al, 2006). Esta característica tiene una gran variabilidad dentro de la especie, con diferencias entre clones y un alto control genético demostrado en los

programas de mejora llevados a cabo en Italia (SIGNORINI, 2006) y donde las condiciones ambientales parecen jugar también un papel importante (DUCCI et al, 2006). También la gomosis (típica de la especie *Prunus serotina*) es un defecto importante que aparece como defectos puntuales o señalados en los anillos (REXRODE & BAUMGRAS, 1984). Por último, la agrupación de yemas adventicias que pueden aparecer alrededor de la zona de cicatrización de un nudo podado, forman una figura indeseada en la chapa.

Además de las características tecnológicas y estéticas de la madera, la morfología del tronco, y parámetros como la elipticidad, la conicidad y la curvatura, tienen repercusiones negativas bajo el punto de vista económico.

El tipo de selvicultura intensiva también puede afectar a los atributos de calidad de madera aunque no necesariamente de forma negativa: WOESTE en 2002, demostró que los árboles de crecimiento rápido tienen más porcentaje de duramen, indicando que la tasa de formación y la cantidad de duramen están estrechamente ligados al crecimiento en diámetro. Un trabajo previo, en plantaciones de cerezo de esta empresa, muestra una gran variabilidad en el porcentaje de duramen sobre árboles de cerezo procedentes de semilla (CV%=20.3) que determinará una elevada posibilidad de ganancia por selección, existiendo árboles donde el duramen abarca más del 75% del diámetro en (MERLO et al, 2009).

Actualmente existen tecnologías no destructivas (TND) que se pueden utilizar para detectar defectos, para determinar las propiedades de los materiales, así como su composición (BUCUR, 1984 ; KARSULOVIC, 2000). Estas tecnologías están siendo utilizados por algunas empresas como MADERA PLUS para diferenciar calidades sobre árbol en pie y madera en rollo (<http://www.maderaplus.es>) y entre ellos destacan los métodos sónicos.

2. Objetivos

El objetivo de este trabajo es caracterizar los clones de cerezo y nogal presentes actualmente en las plantaciones clonales más antiguas de dicha empresa, conocer la influencia clonal y ambiental y detectar cuáles son las variables de interés que deberán incluirse los nuevos procesos de selección desde un punto de vista estético morfológico y tecnológico así como proponer protocolos y metodologías de selección para llevarlos a cabo.

3. Metodología

Se han evaluado 4 clones de cerezo (*Prunus avium*) y 2 clones de nogal híbrido (*Juglans Mj209xRa*) presentes en 5 plantaciones clonales propiedad de Bosques Naturales S.A., localizadas en la zona norte y centro de la península ibérica. En cada localidad se seleccionaron parcelas experimentales de 30 árboles, representativas del clon. En total se establecieron 21 parcelas de 30 árboles (representativas de cada clon en cada localidad) y se midieron un total de 653 árboles de los cuales se aparearon entre 3 y 5 ramets por clon, en cada localidad, para la caracterización de distintas propiedades.

Medición de variables dendrométricas y de forma del fuste

Sobre los 653 árboles se realizó una evaluación dendrométrica de crecimiento, elipticidad, curvatura y conicidad. Los datos de crecimiento se obtuvieron con forcípula y vertex. Se midieron las siguientes variables: Diámetro normal (d), Altura total (h), Número de ramas por verticilo (NR/verticilo); Número de ramas con diámetro mayor de 4 cm

(NR>4cm); Diámetro de rama medio (DRm); Diámetro de rama máximo (DRmax); Ángulo de inserción de rama (Ang). La clasificación de forma y curvatura (Am) utilizando una clasificación de 1 a 7 según la metodología descrita por MACDONALD et al (2001).



Figura 1. Ejemplo de parcelas de estudio de diferentes clones en diferentes localizaciones. De izda a derecha clon C1 en Galicia, clon C9 en Cuenca y clon C15 en Girona.

A partir de las variables dendrométricas, para cada árbol se calcularon los siguientes coeficientes de forma y crecimiento: Coeficiente de esbeltez (E): h/d ; (Rc): hc/h ; Elipticidad (Elp): diferencia de los diámetros perpendiculares ($d1-d2$) dividido por el menor de ambos; Conicidad: Se compara la conicidad en los dos primeros metros de altura del tronco (Cn2).

Medición con tecnología no destructiva: Se utilizaron dos equipos sónicos (Fakopp Microsecond Timer y Fakopp Ultrasonic Timer) con diferente sistema de creación de onda (impacto y pulso eléctrico) y con una frecuencia de onda de 20 y 33 KHz respectivamente. Con el primer equipo se realizaron mediciones en sentido longitudinal (VSL) y transversal (VST) de la fibra y con el segundo equipo (de menor potencia) sólo en sentido longitudinal (VUL) según se muestra en la figura 2.



Figura 2. Metodología de medición transversal y longitudinal con los equipos Fakopp Microsecond Timer y Fakopp Ultrasonic Timer (de izda a derecha).

Se apearon un total de 76 árboles (3 a 5 arb por clon en cada parcela) destinados a realizar las pruebas de evaluación de calidad de madera. El criterio de selección de los árboles fue abarcar la variabilidad de las velocidades acústicas obtenidas, seleccionando las velocidades bajas, medias y altas de los 30 árboles medidos en cada parcela de muestreo. Se obtuvo una troza por árbol, correspondiente al primer tramo hasta el inicio de la copa. Cada troza fue debidamente identificada con un número y transportada para su procesado. Tras el apeo y para poder calcular la conicidad del tronco, se midieron los diámetros en cada metro de altura desde la base hasta la punta



Figura 3. Imagen de trozas obtenidas y procesado de las mismas para obtención de chapa a la plana

El procesado de las trozas se llevó hasta la obtención de la chapa. Durante todo el proceso se mantuvo la trazabilidad de identidad de los árboles.

Evaluación de las propiedades estéticas de la chapa: Se analizaron 3 chapas de cada árbol, de la parte más cercana a la médula. Las variables medidas han sido para cerezo: Presencia de vena verde: 0,1,2 (Figura 4), Nº de yemas adventicias en los peores 80 cm, y porcentaje de

duramen. Las variables evaluadas en nogal fueron: Tonalidad de gris, marca de anillo (Figura 5) y nº de yemas adventicias.



Figura 4. Muestra de los tres gradientes de presencia de vena verde diferenciados en la chapa de cerezo (de izda a dcha: 0,1,2)



Figura 5. Muestra de los tres gradientes de tonalidad diferenciadas en las chapas de nogal y al mismo tiempo los tres niveles de marca de anillo caracterizados (para ambas variables de izda a derecha: 0,1,2)

Análisis de la influencia clonal y ambiental en las variables evaluadas

Para estimar la contribución de los diferentes factores de interés (clon, parcela) a la variabilidad obtenida y dada la ausencia de diseño y la presencia desequilibrada de los distintos clones en las distintas parcelas, se ha considerado que el conjunto de datos sigue un diseño anidado con una estructura jerárquica donde el primer factor es el clon, el segundo la parcela y el tercero el árbol, asumiendo que todos los factores son aleatorios.

Asumiendo esta consideración se ha utilizado el procedimiento de Análisis de Componentes de Varianza del programa estadístico Statgraphics para calcular los componentes de la varianza asociados a cada factor y considerando que en el término del error estará incluida la variación entre árboles. El análisis se realiza por separado para Cerezo y Nogal.

4. Resultados

Se presentan a continuación los porcentajes de varianza calculados para las distintas variables evaluadas.

Variables de crecimiento

El porcentaje de varianza explicado por el clon para las variables de crecimiento es nulo tanto en cerezo como en nogal, siendo la parcela la que absorbe el mayor porcentaje de variación (Tabla 1). Tan sólo en la variable anchura media de anillo se obtiene una varianza clonal distinta de cero.

Tabla 1: Porcentajes de varianza obtenidos en las variables de crecimiento en cerezo

Fuente de variación	Cerezo			Nogal		
	Diámetro	Altura	Anillo medio	Diámetro	Altura	Anillo medio
Clon	00,00	00,00	02,95	00,00	00,00	00,31
Parcela	74,61	77,38	58,86	87,83	90,32	52,37
Error	25,39	22,62	38,20	12,17	9,68	47,33

Variables de forma

En cerezo, de todas las variables evaluadas, la rectitud y el ángulo de rama son las que contienen un mayor control genético (Tabla 2) aunque con una gran variabilidad entre árboles. Entre las variables más afectadas por la parcela destacan el diámetro medio de rama, la esbeltez y la conicidad, aunque esta última también se ve ligeramente afectada por el clon. El diámetro de rama medio, la elipticidad y la esbeltez no tienen componente de varianza debida al clon.

Tabla 2: Porcentajes de varianza obtenidos en las variables de forma en cerezo

Fuente de variación	Diam rama medio	Angulo rama	Elipticidad	Esbeltez	Conicidad	Rectitud (Am)
Clon	00,00	36,68	00,00	00,00	08,26	25,32
Parcela	86,48	22,29	18,61	81,93	46,40	09,42
Error	13,52	41,04	81,39	18,07	45,34	65,26

En nogal la conicidad, la esbeltez y la elipticidad son las únicas variables de forma que tienen componente de varianza debida al clon, mayor de cero (Tabla 3). La conicidad tiene una dependencia clonal superior a la dependencia de la parcela y es la variable de forma con mayor control genético en nogal, superior al observado para cerezo. El clon explica un 28,11% de la variación en la esbeltez, aunque la variación debida a la parcela sigue siendo ligeramente más grande, poniendo en evidencia también la dependencia ambiental para esta variable. El diámetro de rama medio depende de la parcela como en cerezo. En nogal, no se observa control genético del ángulo de rama y se muestra diferente comportamiento en las distintas parcelas para los dos clones. Tampoco hay un control genético de la rectitud, la parcela absorbe gran parte de la variación y el resto el término del error, lo que indica una gran dispersión de los datos dentro de los clones y de las parcelas.

Tabla 3 Porcentajes de varianza obtenidos en las variables de forma en nogal

Fuente de variación	Diam rama medio	Angulo rama	Elipticidad	Esbeltez	Conicidad	Rectitud (Am)
Clon	00,00	00,00	04,52	28,11	32,26	00,00
Parcela	78,44	56,77	12,24	32,41	08,34	27,42
Error	21,56	43,23	83,24	39,48	59,40	72,58

Características estéticas

De todas las variables estéticas evaluadas para el cerezo, la vena verde es la que muestra un mayor control genético (Tabla 4) sin que exista componente de varianza debida a la parcela y siendo el resto de la variación absorbida por el error. La variación del porcentaje de duramen viene explicado en su mayor parte por la parcela y existe una gran variación entre árboles, aunque una pequeña parte de la varianza es explicada por el clon diferenciándose tres clones con valores medios por encima del 50% y un clon que presenta valores menores. En cuanto al número de yemas adventicias, es la parcela la que absorbe casi la mitad de la

variación aunque del mismo modo que para el duramen, una parte pequeña es explicada por el clon.

Tabla 4. Porcentajes de varianza obtenidos en las variables estéticas de chapa de cerezo

Fuente variación	Vena verde	% duramen	Nº yemas adventicias
Clon	58,24%	02,07%	01,81%
Parcela	00,00%	54,20%	49,74%
Error	41,76%	43,73%	48,45%

En nogal, de todas las variables analizadas, la relacionada con la tonalidad de gris es la que tiene un mayor control genético (Tabla 5). La variable de anillo marcado viene explicada por la parcela, aunque existe un pequeño control clonal, lo mismo que para el número de yemas adventicias y en esta última con gran variación entre árboles.

Tabla 5. Porcentajes de varianza obtenidos en las variables estéticas de chapa de nogal

Fuente de variación	Anillo marcado	Tonalidad gris	Nº yemas adventicias
Clon	07,23	28,56	00,00
Parcela	83,64	51,07	26,04
Error	09,13	20,36	73,96

Estimación de propiedades estéticas utilizandométodosno destructivos

Se estudia la capacidad de predecir la presencia de vena verde sobre árbol en pie, sin necesidad de apearse el árbol ni extraer ninguna barrena. Inicialmente hemos realizado un análisis de varianza considerando como único factor el gradiente de presencia de vena verde, para comprobar si existe alguna variable de las evaluadas sobre árboles en pie que muestre diferencias significativas entre los gradientes de vena verde. Se han procesado los datos de 45 árboles de cerezo sobre los que se evaluó la vena verde en la chapa obtenida.

Se observan diferencias significativas para las velocidades longitudinal y transversal, evaluadas con el equipo de 22kHz, así como para algunas variables de forma entre los gradientes de presencia de vena verde (Figura 6). La velocidad de la onda, en dirección transversal a la fibra, es significativamente más baja en aquellos árboles que tenían una elevada presencia de vena verde, no existiendo diferencias entre no presentar y presentar poco. La velocidad acústica, en sentido longitudinal de la fibra, es significativamente más alta en los árboles con mucha vena verde respecto a los árboles con ausencia de vena verde. En cuanto a variables dendro y dasométricas la razón de copa se observa que los árboles que tienen la copa a menor altura respecto a la altura del árbol tienen mayor presencia de vena verde (Figura7).

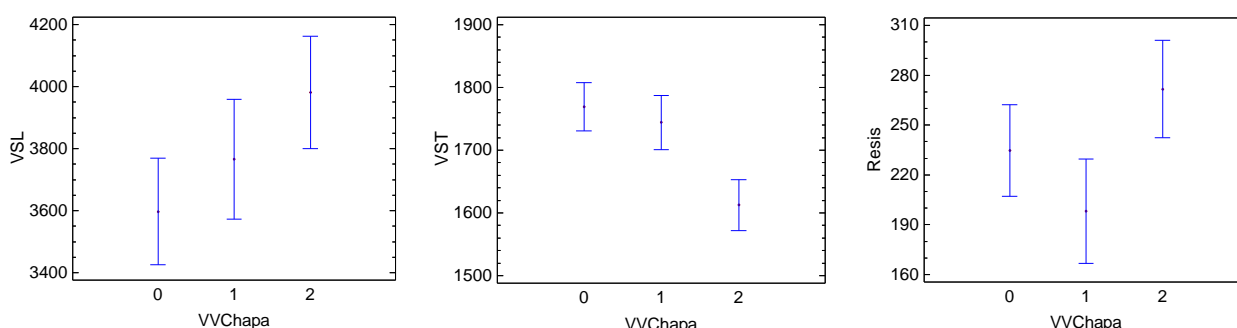


Figura 6. Gráficos de medias para las medidas no destructivas que han mostrado diferencias significativas entre los árboles de cerezo con diferente presencia de vena verde (VVchapa: 0: no presenta vena verde; 1: presenta poca vena verde; 2: presenta mucha vena verde). (VSL: Velocidad longitudinal a la fibra en m/s; VST: Velocidad transversal a la fibra en m/s; Resis: valor medio de resistencia a la penetración obtenido con resistógrafo; VVchapa: Gradiente de vena verde)

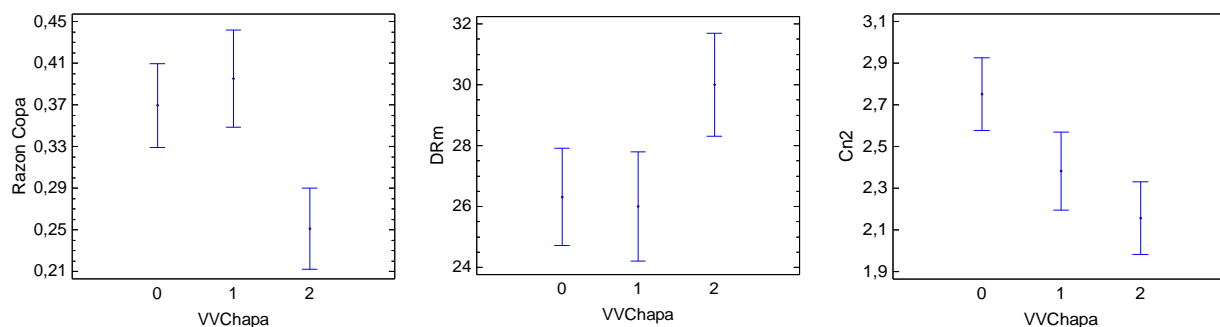


Figura 7. Gráficos de medias de las variables dendro y dasométricas que han mostrado diferencias significativas entre los árboles con diferente presencia de vena verde (VVchapa: 0: no presenta vena verde; 1: presenta poca vena verde; 2: presenta mucha vena verde). (Razón de copa=hc/h; DRm=diámetro de rama medio; Cn2: Conicidad del fuste)

Utilizando las variables que mostraban diferencias significativas entre los los distintos gradientes de presencias de vena verde, se realizó un análisis de componentes principales buscando unas funciones discriminantes que pudieran agrupar los árboles con elevada presencia de vena verde, utilizando las dos velocidades sónicas y la razón de copa (Figura 8).

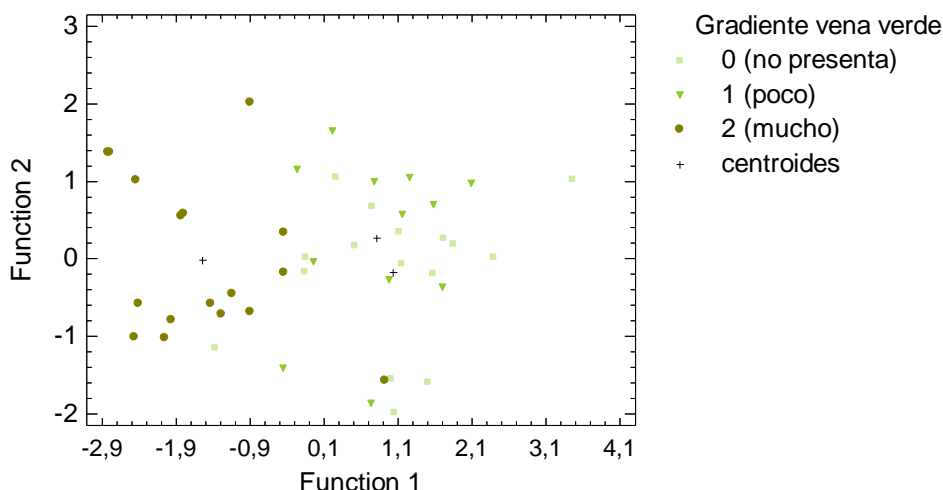


Figura 8. Gráfica del análisis discriminante de árboles de *Prunus avium* con distinto gradiante de presencia de vena verde en función de la velocidad longitudinal medida en el fuste (VSL), la velocidad transversal (VST) y la razón de copa (RC). La funciones discriminantes utilizadas para discriminar aquellos árboles con elevada presencia de vena verde es $Function1 = 0,472509 * RC + 0,869187 * VST - 0,308149 * VSL$ y $Function2 = 0,678693 * Razon\ Copa - 0,240663 * VST + 0,64547 * VSL$

Las funciones discriminantes permiten clasificar correctamente al 73,33% de los árboles por su presencia de vena verde. El mayor porcentaje de aciertos se produce en el grupo que presenta mucha vena verde (Tabla 6). Estos resultados hacen posible utilizar estas funciones discriminantes para detectar los árboles con mucha vena verde.

Tabla 6: Resultado de aciertos de predicción de gradiante de presencia de vena verde realizado sobre una muestra de árboles de *Prunus avium* utilizando las funciones discriminantes frente al gradiante real evaluado

Gradiente real de vena verde VVchapa N° de árb	Gradiente de vena verde predicho por las funciones discriminantes del modelo		
	0	1	2
0			
1			
2			

0	16	9 (56,25%)	6 (37,50%)	1 (6,25%)
1	12	3 (25,00%)	8 (66,67%)	1 (8,33%)
2	17	1 (5,88%)	0 (0,00%)	16 (94,12%)

VVchapa: gradiente de vena verde evaluado en la chapa obtenida sobre árboles de Prunus avium

5. Discusión

Las variables de crecimiento se han mostrado independientes del factor clonal salvo en el caso de la anchura de anillo, con un pequeño control genético. Esta variable es interesante para asegurar una homogeneidad de anchura de anillo, aunque haya que ser consciente que la producción de esta madera en plantaciones gestionadas, tendrá siempre unos crecimientos superiores a la madera procedente de bosque nativo y que por tanto la madera procedente de plantación y asociada a una gestión sostenible lleva implícito una mayor anchura de anillo, y los conceptos de valoración deberán ir cambiando poco a poco (ALDERMAN et al, 2010). Sí es interesante poder asegurar una homogeneidad en esta anchura así como en la propiedades de color (WIENDENBECK et al, 2004) . En cuanto a las variables de forma van a condicionar directamente el valor de la madera en rollo y su aptitud para la producción de chapa así como su rentabilidad. Por tanto el control genético demostrado para la rectitud, conicidad y elipticidad va a afectar al rendimiento final y por tanto en la rentabilidad como se ha demostrado para otras especies. En cerezo, la rectitud viene explicada por el efecto clonal en un 25,3%. En cuanto a la conicidad el clon explica sólo el 8% de la variación y el resto de la variación se reparte entre la parcela y el término del error, indicando mucha dispersión de valores entre árboles. Otros estudios también en cerezo, han mostrado cierto control genético de diferentes variables de forma del fuste aunque con mucho variabilidad entre plantas (NOCETTI, 2008). En nogal, otros autores si han observado que la dominancia y la rectitud depende de los genotipos (ALETA et al, 2003) pero en nuestro estudio con tan sólo dos clones sólo ha sido posible apreciar un control genético en conicidad y en esbeltez.

El ángulo y el diámetro de ramas determinará el tamaño de nudos y la rapidez de cicatrización. En este trabajo, el ángulo de rama en los árboles de cerezo, muestra un mayor porcentaje de variación debido al clon que debido a la parcela y el resto de la varianza es explicada por el error. La variación del diámetro medio de rama no tiene componente de varianza debido al clon, probablemente por estar muy influenciado por el régimen de podas asociado a cada parcela, que explica casi el 90% de la variación.

El color y la homogeneidad del mismo en la madera es probablemente la variable que más puede afectar al valor final de la chapa producida y numerosos estudios se han iniciado recientemente para poder determinar los factores extrínsecos e intrínsecos que afectan a la aparición de irregularidades de color en el árbol en pie (MAYER, et al 2006). En el caso de cerezo las variables de mayor interés son el porcentaje de duramen y la presencia de vena verde. Las dos han mostrado diferencias significativas entre los clones muestreados, aunque con un control genético mucho mayor para la presencia de vena verde. En el caso de nogal tanto el matiz de color como la demarcación del final de los anillos de crecimiento ha mostrado un control genético y esto de algún modo abre las puertas para seleccionar clones con distintos matices de color. Aunque estas conclusiones deberían testarse en los futuros ensayos clonales de las nuevas selecciones que se están realizando en base a estas variables.

La posibilidad de detectar singularidades estéticas o tecnológicas mediante técnicas no destructivas abre un gran abanico de posibilidades. Un estudio anterior realizado para probar la caracterización de vena verde con ultrasonidos en cerezo (POLGE,1984) obtuvo resultados similares a los nuestros sobre probetas de madera seca de cerezo, concluyendo que la velocidad era un 7% superior en las probetas que no presentaban vena verde, resultado acorde con el obtenido en este trabajo, donde la diferencia de VSL entre “no presenta” y “mucho” es de un 9%. Las variaciones de color suelen estar relacionados con aspectos de anatomía celular ligados a acumulación de celulosa, variación del ángulo de microfibras asociado a la madera de reacción, etc. Todas estas variaciones se ven reflejadas en variaciones en la velocidad de transmisión del sonido. BUCUR (2006) muestra el impacto en la velocidad de desplazamiento de una onda, de las dimensiones de las paredes celulares y la presencia de cantidades importantes de extractivos. Dado el carácter penalizador de la vena verde y su enorme componente genética, el desarrollo de los resultados obtenidos para su detección y valoración permitiría llevar a cabo programas de selección y mejora, utilizando la tecnología acústica como método no destructivo y aplicando la función discriminante derivada del modelo.

6. Conclusiones

Sólo la anchura media de anillo ha mostrado un ligero control genético de entre todas las variables de crecimiento analizadas

Las variables de forma con mayor control genético y que podrían incluirse en los próximos procesos de selección, han sido la rectitud y el ángulo de rama en cerezo y la conicidad, esbeltez y elipticidad en nogal.

La singularidad estética que ha mostrado mayor interés para ser incluida en el proceso de selección ha sido la vena verde de cerezo (58% de control genético).

El porcentaje de duramen, en esta especie, ha mostrado un débil control genético y mucha dependencia de la parcela y al igual que el nº de yemas adventicias

La tonalidad observada en nogal, también viene determinada fundamentalmente por la parcela, aunque con un débil control genético.

La posibilidad de detectar singularidades estéticas mediante técnicas no destructivas abre un gran abanico de posibilidades.

7. Agradecimientos

Este trabajo ha sido desarrollado por técnicos de la empresa MADERA PLUS y técnicos de la empresa BOSQUES NATURALES se agradece a todo el personal de campo que trabaja en las fincas de la empresa, por su colaboración durante la toma de datos en campo. Este trabajo ha sido cofinanciado en el marco del proyecto CDTI con código 201000444 con cargo a fondos FEDER.

8. Bibliografía

ALETÀ, N.; NINOT, A.; VOLTAS, J. 2003. Caracterización de 12 genotipos de nogal de *Juglans* spp en dos localidades de Cataluña. *Investigación Agraria: Sistemas Agroforestales* 12 (1): 29-50.

ALDERMAN, D. R.; BRINBERG, D. and WIEDENBECK, J. 2010 Forestry Practices and Veneer Log Value—Manufacturer's Assessments of Veneer Log Attributes. *Forest Science* 56(2)

BUCUR, V. 1984. Relationship between grain angle of wood specimens and ultrasonic velocity, *Catgut Acoustical Society Inc.* 41, pp. 30-35.

BUCUR, V. 2006. *Acoustic of wood*. Heidelberg: springer Verlag. 455 pp.

CASSENS, D.L. 1992. Factors affecting the quality of timber for face veneer. *Coop. Exten. Serv. FNR-127*. West Lafayette, IN: Purdue University. 13 p.

DUCCI, F.; GERMANI, A.; JANIN, G.; PROIETTI, R.; SIGNORINI, G. 2006. Clone selection for wild cherry (*Prunus avium* L.) with special reference to some traits used. In: Report of the Sixth and Seventh Meetings of Euforgen Noble Hardwoods Network (M. Bozzano, M. Rusanen, P. Rotach and J. Koskela compilers), IPGRI, Rome: 53 -60.

KARSULOVIC, J.T.; LEÓN, L.A.; GAETE, L. 2000. Ultrasonic detection of knots and annual ring orientation in pinus radiata lumber, *Wood and Fiber Science*, Vol. 32, N° 3, pp 278-286.

MERLO E., SANTA CLARA, O., URBÁN I. 2009. Uso de técnicas de ensayo no destructivas para el conocimiento de la calidad de la madera de las plantaciones de nogal (*Juglans Mj209xRa*) y cerezo (*Prunus avium*) propiedad de Bosques Naturales S. A. 5º Congreso Forestal Español. www.secforestales.org/buscador/pdf/5CFE01-644.pdf

MACDONALD, E.; MOCHAN S. AND CONNOLLY T. 2001. Protocol for Stem Straightness Assessment in Sitka Spruce. INFORMATION NOTE. Forestry Commission 231 Corstorphine Road. Edinburgh. EH12 7AT. <http://www.forestry.gov.uk>

MAYER, I.; KOCH, G.; PULS, J. 2006. Topochemical investigations on wood extractives and their influence on colour changes in American black cherry (*Prunus serotina* Borkh.). *Holzforschung* 60:589–594

NOCETTI, M., 2008. Miglioramento genetico delle piante per la produzione legnosa con particolare riferimento ai caratteri del legno. *Forest@* 5: 112-120.

POLGE, H., 1984, Essai de caractérisation de la veine verte du merisier. *Ann Sci. For.*, 41 (1), 45-58

REXRODE, C.O.; BAUMGRAS, J.E. 1984. Distribution of gum spots by causal agent in black cherry and effects on log and tree quality. *Southern Journal of Applied Forestry*. 8(1):22-28.

SIGNORINI, G., 2006. Studio sulla variabilità interclonale del colore del legno di ciliegio. PhD Thesis University of Florence, 172 pp.

WIEDENBECK, J., WIEMANN, M., ALDERMAN, D., BAUMGRAS, J., LUPPOLD, W., 2004. Defining Hardwood Veneer Log Quality Attributes. General Technical Report NE 313 USDA FOREST SERVICE. Unites States Departament of Agriculture. 40pp

WOESTE, K.E. 2002. Heartwood production in a 35-year-old black walnut progeny test. Can. J. For. Res. 32: 177-181