



---

**UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**  
**CAMPUS DE PALENCIA**  
**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS AGRARIAS DE PALENCIA.**

---



**INSTITUTO DE GESTIÓN FORESTAL SOSTENIBLE**

---

Master en investigación en ingeniería para la conservación y uso sostenible de  
sistemas forestales.

**Trabajo fin de Master: Regulación de la competencia  
intraespecífica en una plantación de *Juglans* Mj209xRa.**

Autor: Ignacio Urbán Martínez.

Tutor: José Reque Kilchenmann

Septiembre 2012



“En un platillo de la balanza coloco mis odios;  
en el otro mis amores.

Y he llegado a la conclusión de que las cicatrices enseñan;  
las caricias también.”

El porvenir de mi pasado. Mario Benedetti. (2003)



## **AGRADECIMIENTOS.**

Al plantearse hacer un master en un lugar distinto al que ocupa tú residencia habitual no eres consciente de la cantidad de factores que entran a formar parte de tú vida y que no habías tenido en cuenta.

Así un día llegué a Palencia, una de las capitales de provincia que no conocía a aprender sobre ciencia forestal, algo que me apasiona y que tengo la suerte de poder desarrollar desde el ámbito de la empresa privada.

Quiero agradecer a toda la familia “Palentina” como me han recibido, como me tratan siempre y como me han enseñado cosas a todos los niveles.

Especialmente dar las gracias a mi tutor José Reque por la orientación a la hora de abordar este trabajo, a mis compañeros y profesores, a Felipe por responder siempre.

Y como no recordar a los “compas” Marco y María Paz, por ocuparse de un madrileño en muchas ocasiones perdido en una pequeña ciudad.

A mis compañeros de trabajo de Bosques por permitir desarrollarme fuera del ámbito de la oficina.

También a mi familia por comprender el tiempo que dedico a todas estas cosas y que no puedo dedicarles a ellos.

A todos muchísimas gracias!



## ÍNDICE

RESUMEN .....	5
1. INTRODUCCIÓN. ....	7
1.1. El anillado.....	8
1.2. La corta.....	10
1.3. Objetivos generales y específicos.....	10
2. MATERIAL Y MÉTODOS. ....	11
2.1. Sitio de ensayo.....	11
2.2. Descripción de la masa.....	13
2.3. Rendimientos.....	18
2.4. Diseño experimental.....	15
2.5. Métodos estadísticos.....	18
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN. ....	19
3.1. Caracterización selvícola de la masa.....	19
3.2. Evaluación de los tratamientos.....	20
4. CUADROS Y TABLAS y FIGURAS. ....	21
5. BIBLIOGRAFÍA.....	27
6. ANEXO FOTOGRÁFICO.....	31



## **RESUMEN**

En el proceso de domesticación de una especie forestal para producir madera de calidad en plantaciones intensivas, los programas de mejoramiento genético son básicos pero es necesario avanzar simultáneamente con las mejores prácticas silvícolas.

Este trabajo evalúa varios tratamientos selvícolas sobre la densidad, con una nueva gestión del género *Juglans* para la producción de madera proveniente de plantaciones intensivas. La masa de origen es una población de de *Juglans* Mj209xRA con 5000 individuos en una hectárea, que se estableció en un modelo de vivero en Castejón de Navarra en 2001 y que se ha mantenido sin gestión y en alta densidad hasta junio de 2010.

En 2010, la masa se caracterizó destacando el dato de área basimétrica con 22,6 m<sup>2</sup>/Ha con un DG= 8,5 cm. El estudio se propone avanzar en el conocimiento del uso de la competencia. Se hizo una clara de selección tradicional propuesta para otras especies de frodosas que de manera natural crecen en alta densidad. Se seleccionaron 200 individuos por sus características interesantes para la producción de madera de calidad a futuro y se aplicaron tres tratamientos: Cortar, anillar y no tratamiento.

Del tratamiento cortar se obtuvieron 75 piezas de 2,5 metros, libre de nudos con un DAP entre 10 y 16 cm, estos fueron transportados al aserradero y se hicieron prototipos de tablero mediante la tecnología finger-joint.

Los resultados de la explotación de madera de pequeño diámetro pueden cambiar el marco de plantación que tradicionalmente se ha propuesto para este tipo de plantaciones.

## **SUMMARY**

The process of domesticating a forestry specie to produce high quality wood on intensive plantations, requires genetic improvement programs that are basic but necessary to go forward simultaneously with better silvicultural practices. This work evaluates several silvicultural treatments on density, with a new management of the genus *Juglans* for wood production from intensive plantations. The origin mass is a population of *Juglans* Mj209xRa with 5000 individuals on 1 hectare (ha), that was



Regulación de la competencia intraespecífica en una plantación de *Juglans* Mj209xRa.

established on a nursery model in Castejón de Navarra (Spain) on 2001 and that has been kept without management and in high density until June 2010. In 2010, the mass was characterized highlighting the basimetric area data as 22.6m<sup>2</sup>/ha with a Dg=8.5cm.

The study is set out to move forward on the knowledge of competition management. A traditional selection has been done for other broadleaves species that on a natural way grow on high thickness.

Two hundred individuals were chosen for their interesting characteristics to produce future high quality wood and three treatments were applied: Cut, girdling, no treatment. From the treatment "cut" we obtained 75 pieces of 2.5 meters, free of knots with a DAP between 10 and 16cm. They were transported to the sawmill and prototype wooden planks were made by using finger-jointing technology.



## **1. INTRODUCCIÓN.**

Los bosques plantados representan cerca del 7 por ciento del área mundial de Bosques, al mismo tiempo, estos suministran más de la mitad de la madera destinada al uso industrial producida en el mundo, y tanto su extensión como productividad siguen creciendo. (FAO 2006).

En las últimas décadas en España se han realizado diferentes plantaciones de frondosas para madera de alto valor, y durante los últimos años se observa cada vez más la idea de establecer plantaciones de maderas de calidad en régimen de crecimiento rápido con la finalidad de disminuir las necesidades de importación por parte del sector maderero, esta actividad se ha visto favorecida por una demanda insatisfecha de madera de calidad lo que ha provocado que sean un modelo de inversión atractivo. (Loewe 2006).

A la hora de buscar información sobre como realizar este tipo de plantaciones podemos encontrar diferentes recursos a diferentes niveles:

A nivel internacional: existe una gran cantidad de publicaciones tanto desde el punto de vista científico como información de extensión para los propietarios que se plantean el establecimiento de una plantación.

Por su carácter más estratégico en el desarrollo de plantaciones de madera de calidad podemos destacar los manuales de La Universidad Tecnológica de Costa Rica (Murillo *et al.* 2002) así como el manejo de plantaciones en la Región de Queensland (Bailleres *et al.* 2006).

Refiriéndose al cultivo del nogal destacar el manual: El nogal común, *Juglans regia*, una alternativa para producir madera de alto valor del Infor de Chile (Loewe, 2002).

A nivel Nacional: también podemos encontrar publicaciones con información sobre este tipo de plantaciones como el *Manual de silvicultura para plantaciones de especies productoras de madera de calidad* (Montero *et al.* 2002), *Manual de plantación de frondosas nobles: Establecimiento, gestión y control de la calidad de la madera* (Oliver *et al.* 2008) y con la publicación de del capítulo *Silvicultura de Juglans regia* L. (Cisneros *et al.* 2008) en el *Compendio de Silvicultura Aplicada en España* (Serrada *et. al.* 2008) se recopila una valiosa información científica sobre este tema.



A nivel regional: se pueden consultar diferentes manuales y cuadernos de campo que deben de ser de obligada consulta a la hora de plantear establecer una plantación de nogal. Destacan: el manual *Guía práctica per a la producció de fusta de qualitat: plantacions de noguera i cirerer* (Coello *et al.* 2010) publicado por el Centro de la Propiedad Forestal de Cataluña, el *Cuaderno de campo La plantación de frondosas en Castilla y León* (Cisneros *et al.* 2009) y la *Guía de tratamiento silvícolas para a producció da Madeira: Nogueira* editado por la asociación forestal de Galicia.

El estudio que proponemos se enmarca dentro de la línea de conocimiento de la densidad y el manejo de la competencia en una plantación de nogal híbrido.

La densidad del rodal es el segundo factor en importancia después de la calidad de sitio, para la determinación de la productividad de un sitio forestal, esto es importante ya que la densidad del rodal es el principal factor que el silvicultor puede manejar en su desarrollo. A través de la ordenación o el manejo de la densidad, el forestal es capaz de intervenir sobre el establecimiento de las diferentes especies, la calidad de sus fustes, la tasa de crecimiento en diámetro incluso la producción de volumen. (Chaves, 2004).

La plantación objeto de este estudio proviene de una densidad de más de 5000 pies por Hectárea, en la que se ha propuesto aplicar una clara de selección con dos tratamientos para eliminar competencia con la copa, anillando y cortando y un tratamiento testigo.

### **1.1. El anillado.**

El anillamiento consiste en interrumpir la circulación de la savia elaborada mediante la ejecución de una incisión perimetral en el tronco de un árbol o rama de modo que se afecte a la corteza, al cambium y, a veces a la albura. Salvo que se afecte a la albura, la savia bruta puede ascender por el xilema.

En la selvicultura tropical el anillamiento es considerado una de las técnicas más importantes de control de vegetación siendo numerosos los tratados y trabajos de investigación sobre este tratamiento (Matthews, 1989; Guariguata, 1999; Lima *et al.*, 2001).





Tradicionalmente, en latitudes templadas, el anillamiento se ha aplicado como tratamiento de control de frondosas no comerciales en masas de coníferas. Mientras en Norteamérica el tratamiento se encuentra ampliamente estudiado y descrito, tanto en los tratados clásicos de selvicultura (Hawley y Smith, 1982; Smith *et al.*, 1997), como en trabajos de investigación (Cain 1996; Provencher *et al.*, 2001; Brandeis *et al.*, 2002) particularmente sobre nogal negro *Juglans nigra* se han realizado estudios buscando una relación entre el anillado y el aumento de duramen en los árboles donde se aplica el tratamiento, no habiendo encontrado esta relación directa (Godsev *et al.* 2004).

En Europa las referencias sobre anillado son muy escasas (Axelsson *et al.*, 2002) y no hemos encontrado referencias sobre esta práctica en plantaciones de nogal híbrido, esto es lógico ya que normalmente no se planta a densidades tan altas donde este tratamiento tiene sentido.

La eficacia del anillamiento viene fuertemente ligada al tipo de incisión anular aplicada. Smith *et al.* (1997) Se distinguen entre anillamientos realizados con herramientas manuales de corte y anillamientos hechos con motosierra. Así describen:

Anillamientos con herramientas manuales de corte (hachas, sierras, machetes)

- *Corte sencillo o en collar*: Una sola línea de cortes que se superponen rodeando el tronco.
- *Doble corte*: Un anillo de corteza y madera es eliminado asestando dos golpes paralelos.

Anillamientos con motosierra:

- *Entalladura*: Un anillo de más de 1 cm de profundidad es entallado alrededor del tronco.
- *Descortezado*: La corteza es denudada en una banda de al menos 20 cm. Para facilitar la operación frecuentemente el límite superior e inferior de la banda es anillado por entalladura.

El anillamiento en entalladura es el más comúnmente aplicado desde el momento en el que el uso de motosierras es generalizado. Siendo éste el tipo de anillamiento más



eficaz puede, no obstante, provocar un fuerte rebrote ya que las sustancias de reserva quedan almacenadas en las raíces.

### **1.2. La corta.**

El apeo de árboles para eliminar competencia es una práctica selvícola habitual y descrita para muchas especies, en el caso del nogal al tratarse de una especie rebrotadora de cepa, se puede plantear la necesidad de uso de algún herbicida, en este sentido, hemos encontrado estudios que concluyen que para el rebrote de nogal negro (*Juglans nigra*) en Estados Unidos el uso del producto comercial Garlon resultó ser el más eficaz para matar definitivamente a la planta (Walter et al. 2004).

Un resultado del apeo de árboles es el posible aprovechamiento de individuos de pequeño diámetro (<20 cm de DAP), en otras especies que forman parte de plantaciones productivas esta actividad es conocida y condiciona el marco de plantación inicial, dependiendo de cual sea el destino final.

Actualmente existe la tecnología para realizar desarrollo de este tipo de productos de manera rentable si se dispone del suficiente volumen (Bailleres *et al.* 2011) y en especies de madera de calidad existe la tecnología de unión con finger-joint y encolados que permiten obtener tableros comerciales (Murillo *et al.* 2004).

Sobre el apeo del nogal hay que tener en cuenta el alto valor que tiene el uso de la raíz, una de las maderas más atractivas que se obtiene de un abultamiento que se produce en la parte de la corona, de ellas se elaboran chapas de altísimo valor, (Loewe *et al.* 2002).

### **1.3. Objetivos generales y específicos.**

El objetivo principal de esta investigación es avanzar en el conocimiento de la competencia en plantaciones de nogal híbrido.

Los objetivos específicos son:

- Conocer la respuesta al uso del anillado en plantaciones de nogal como herramienta selvícola.
- Avanzar en el conocimiento del apeo de nogal y evaluar la supervivencia de los rebrotes de cepa.



## **2. MATERIAL Y MÉTODOS.**

### **2.1. Sitio de ensayo.**

#### **Localización de la zona de estudio.**

La finca denominada “Soto de Castejón” se encuentra en la llanura de inundación del río Ebro, dentro de la zona de regadío de su margen derecho, en el municipio de Castejón (Navarra). Quedando sus terrenos comprendidos entre las siguientes coordenadas geográficas:

Latitud Norte, 42°10'40” a 42°9'50”

Longitud Oeste, 1°40'10” a 1°38'15”

#### **Descripción del medio:**

##### *Geología*

Se trata de suelos aluviales y coluviales -parcialmente transformados para el riego-, pardos, sobre depósitos alóctonos pedregosos.

Se aprecia pedregosidad importante en superficie (hasta un 50-60%), debida a la acumulación de cantos rodados acarreados por el río; además, se ha descubierto roca disgregada en la calicata.

##### *Fisiografía*

Los terrenos de la finca estudiada se localizan a 260 m de altitud, en valle medio-bajo, a una altitud sobre el río Ebro que hace prever inundaciones por riadas más o menos intensas en función de la fuerza de las avenidas.

##### *Hidrología*

Toda la zona está fuertemente determinada por la dinámica fluvial del río Ebro, se construyó un gran dique de protección en la finca del “Soto de Castejón”, con una serie de espigones que no permiten la entrada con fuerza del Río en época de crecida, esto hace que entre en la finca pasado el meandro inundando la parcela donde se encuentran los nogales hasta 4 metros de altura pero no de manera violenta.

##### *Vegetación*

La vegetación natural corresponde a una geomegaserie edafófila mediterránea riparia, con regadíos, en transición a una serie mesomediterránea semiárida de *Quercus coccifera* o coscoja. La formación fisionómica típica es la Durillignosa.



## **Climatología.**

La zona está caracterizada por un clima mediterráneo genuino templado, moderadamente cálido, seco, de inviernos frescos, con una cierta continentalidad. Se aprecia un período xérico durante los meses de verano, con tres meses de sequía, siendo de unos cinco meses el período de helada probable.

La temperatura media anual es de unos 14° C. La oscilación de medias entre el período invernal y el estival es grande: de 1°C para el mes más frío a 29-30° para el mes más cálido. Las máximas estivales no son muy altas (casi nunca alcanzándose los 40 °C); fríos intensos en invierno, pues no son muy frecuentes las temperaturas bajo cero (la temperatura media de las mínimas del mes más frío está en torno a 1 °C).

El período libre de heladas es de unos 200 días al año, es decir, de unos siete meses.

La precipitación media anual es muy baja, estando comprendida entre los 370 (Alfaro) y los 460 mm (Tudela), recogándose de 75 a 90 mm en la estación de verano. La ETP media anual es de 756 por Thornwhite y 1103 mm según Blaney-Criddle (FAO).

El período de actividad vegetal (tomando como límite para dicha actividad un mínimo de 7.5°C de temperatura media mensual), es de nueve meses al año. El número de horas frío (bajo 7°C, según Weinberger) es en términos generales suficiente para las especies frondosas productoras de maderas nobles.

## **Edafología**

Se realizó una calicata, utilizando una retroexcavadora donde se describieron dos horizontes, el horizonte A: hasta 40 cm y el B de 40 a 120 cm

Los resultados del análisis de las muestras enviadas a laboratorio son:

### *Textura*

Los análisis revelan una textura arcillosa común en las muestras, con un contenido de arcilla siempre por encima del 20%. El contenido en arena es del orden del 50%.

El perfil 1 presenta una granulometría muy favorable, retentivo pero no demasiado fuerte en la parte de arriba, filtrante y aireado en el subsuelo.

### *Agua útil*

Como consecuencia de las texturas equilibradas de estas tierras, el agua útil presenta valores aceptables, en la muestra superficial por encima del 10%, siendo de preveer



algo menos humedad en profundidad, dada la menor presencia en general de elementos finos.

#### *Acidez-basicidad*

Los suelos de esta finca presentan un carácter básico bastante acentuado, con pH de 8,2.

#### *Caliza activa*

Los niveles de caliza activa son en general altos, de acuerdo con la basicidad del terreno.

#### *Salinidad*

El suelo analizado es de conductividad baja, por lo cual no se consideran salino.

#### *Materia orgánica*

Los niveles de materia orgánica son normales, superándose en el horizonte A el 1 %.

#### *Nutrientes*

Estos suelos son medios en Nitrógeno, y son pobres en fósforo. Sin embargo tienen valores equilibrados en potasio.

## **2.2. Descripción de la masa.**

### *Taxonomía del nogal híbrido Mj209xRa:*

El género *Juglans* (nogal) se extiende por todas las zonas templadas del planeta dando lugar a una amplia diversidad (Grimshaw, 2003) Su capacidad de adaptación a cada entorno que ha poblado o en el que ha sido cultivado, unida a su facilidad para hibridar han hecho que la clasificación o taxonomía del nogal sea confusa.

Los *Juglans* se dividen en cuatro grandes *secciones*, subdivididas a su vez en varias *especies* cada una. Dentro de cada especie se pueden dar variedades. En esta jerarquía, un espécimen o nogal concreto pertenece a una variedad de una especie de una sección. (Manning 1978)

Las especies *J.regia* L., *J.major* y *J.nigra* L., se clasifican como ilustra el siguiente esquema.

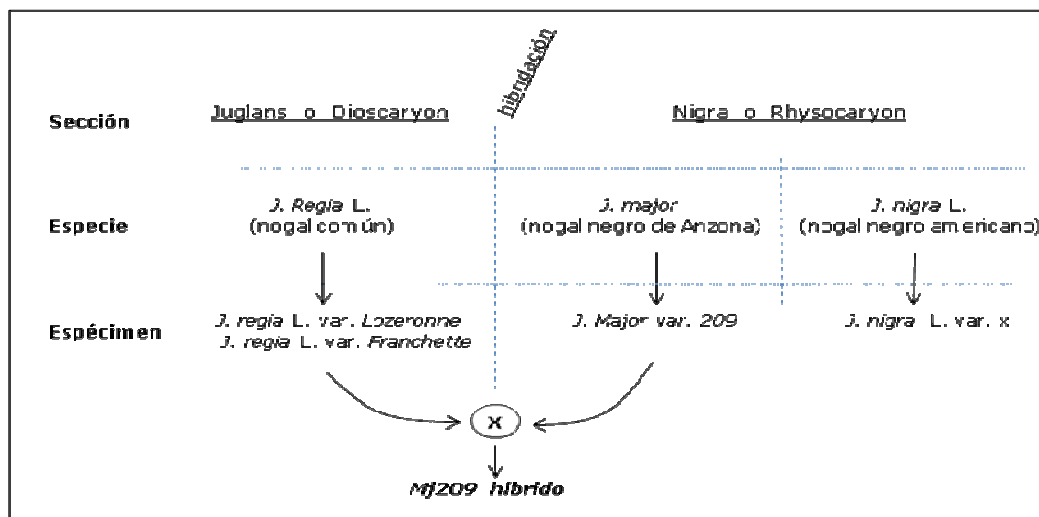


Fig. 1 -Clasificación de las especies *J.regia* L., *J.major* y *J.nigra* L.

El híbrido de la progenie Mj209xRA se localizó por primera vez en Francia y se comercializa por viveros especializados al cultivar clones de la selección de *Juglans major* 209 que actúan como progenitor femenino y cruzarlo con diferentes selecciones de nogal *Juglans regia*, que actúan como progenitores masculinos.

Los individuos de este híbrido y de la progenie Ng23xRa han resultado ser los que tienen mayor crecimiento en los ensayos que se han realizado en ambiente mediterráneo, al competir con diferentes genotipos de nogal (Aleta *et al.* 2006)

#### **Variables dendrométricas de la masa.**

El estudio se plantea sobre una población de nogal híbrido aviverado en 10 bancales de 4 líneas de plantación con una separación de 1 metro entre ellas y de 75 cm entre árboles en la línea, existiendo una separación de 4,5 metros entre bancales.

Se han realizado dos tratamientos a la masa para eliminar competencia, anillando y cortando árboles alrededor del seleccionado en función de las directrices marcadas en el manual del departamento de extensión de la Universidad de Tennessee: *Crop tree release in precommercial hardwood stands* 2007, eligiendo los árboles tratados por competencia directa a la copa del árbol selecto.

#### *Toma de datos.*

En un primer momento se hizo un inventario pie a pie y se midieron todos los diámetros normales de los casi 5000 individuos, que estaban vivos en octubre de



2008, la campaña vegetativa siguiente se volvieron a medir todos los diámetros normales.

Se utilizó una forcípula registradora de datos de la marca Haglöff que permite el volcado de datos fácilmente a formato digital.

### **Variables dendrométricas y de forma del fuste de los árboles selectos.**

En 2010 se propuso hacer la clara de selección que se presenta en este estudio, por los que se seleccionaron 200 árboles y de los que se tomaron los siguientes datos:

#### *Toma de datos*

- DAP: medido con cinta Pi.
- Altura total: medida con dendrómetro Vertex.
- Altura del fuste: medida con dendrómetro Vertex.
- Forma y curvatura del árbol en función de la clasificación aplicada en McDonald 2001.

A partir de las variables dendrométricas, para cada árbol se calcularon los siguientes coeficientes de forma y crecimiento:

- *Coefficiente de esbeltez (E)*: definido como el cociente entre el diámetro normal ( $d$ ) y la altura total ( $h$ ).
- *Razón de copa (Rc)*: definido como el cociente entre la altura de la copa ( $hcopa$ ) y la altura total ( $h$ ).
- *Crecimiento anual (Crec)*: el diámetro normal ( $d$ ) y la altura total ( $h$ ) fueron medidos en dos años consecutivos. Se ha definido el crecimiento anual como el aumento diametral durante ese año,  $d_{2^{\circ}año} - d_{1^{\circ}año}$ .
- *Forma del árbol (Am)*: se caracterizó la forma del árbol según categorías. (Figura 3).

### **2.3. Diseño experimental.**

Al tratarse de bancales con 4 líneas se decidió seleccionar sólo materiales de las dos filas interiores que habían vegetado en la misma densidad. (Tabla 1).

Se seleccionaron 20 árboles en cada bancal ya que permitía poder separar completamente las unidades experimentales sin que hubiera influencia de los tratamientos.



Por las características de la población se seleccionó el diseño experimental completamente aleatorizado para el factor crecimiento diametral, y se aplicaron tres tratamientos: cortar, anillar y dejar.

### **Tipo de Anillamiento.**

Se aplicó un anillamiento doble en entalladura con motosierra, haciendo una hendidura de más de 1cm de profundidad con una separación de unos 30 cm entre anillos y centrados a la altura del pecho por resultar más ergonómico a la hora de ejecutarlo.

El tratamiento se realizó en Junio de 2010 anillándose un total de 300 árboles que se encontraban alrededor de los árboles selectos, se seleccionaron por estar compitiendo estrictamente con el desarrollo de la copa.

### **Seguimiento de la dinámica natural de los pies anillados**

Dos años después de la ejecución del tratamiento (Agosto de 2012) en cada pie anillado de cada parcela se evaluó el estado de descomposición según Carmichael y Guynn (1983) y Moorman et al. (1999). Modificado para los resultados que hemos observado. Así, se establecieron las siguientes categorías:

- ESTADO DE DESCOMPOSICIÓN 0.: ED 1.: Pie vivo.
- ESTADO DE DESCOMPOSICIÓN 1.: ED 2.: Pie vivo con corteza y ramas intactas, pero con decaimiento en las hojas.
- ESTADO DE DESCOMPOSICIÓN 2.: ED 3.: Pie muerto en descomposición con la corteza y las ramas intactas.
- ESTADO DE DESCOMPOSICIÓN 3.: ED 4.: Pie muerto en descomposición con corteza suelta o en proceso de desprendimiento y con la mayoría de ramas rotas.

Para evaluar la intensidad de la emisión de yemas epicórmicas por debajo de la incisión se anotó el número de brotes por tocón midiéndose además la longitud máxima de los brotes.

La longitud máxima fue agrupada en tres clases:





- LONGITUD 1. (< 15 cm): *LONG 1.*: Los brotes más vigorosos no superan los 15 cm de longitud.
- LONGITUD 2. [15; 59 cm]: *LONG 2.*: Los brotes más vigorosos no superan los 60 cm de longitud ni son menores a 15 cm.
- LONGITUD 3. (>60 cm): *LONG 3.*: Los brotes más vigorosos superan los 60 cm de longitud.

El número de brotes por tocón fue adscrito a tres categorías:

- BROTOS 1.: *BRT 1.*: Número de brotes por tocón menor de 10.
- BROTOS 2.: *BRT 2.*: Número de brotes por tocón entre 10y 15.
- BROTOS 3.: *BRT 3.*: Número de brotes por tocón mayor de 15.

El vigor del rebrote fue evaluado visualmente y clasificado en cuatro grupos adaptando la clasificación de Cadahia *et al.* (1991):

- VIGOR 1. *VIG 1.: Brotes sin defoliación.* Ramas llenas, con el follaje completo.
- VIGOR 2. *VIG 2.: Brotes con defoliación ligera.* Ramas con inicio de defoliación, el volumen de la rama no está cerrado completamente.
- VIGOR 3. *VIG 3.: Brotes con defoliación media.* Ralifacción evidente en todo el espacio de la rama. Se puede ver el entramado de la ramificación principal; hay algunas ramillas secundarias secas. Numerosas hojas presentan síntomas de decaimiento tales como apariencias erráticas (reviramientos o deformaciones), escaso desarrollo foliar (microfilia) o fuertes daños patológicos.
- VIGOR 4. *VIG 4.: Brotes con defoliación grave.* Ramas claramente defoliadas, presencia de numerosas ramas secas e incluso necrosamiento de la guía terminal. Las hojas están generalmente en manojos a lo largo de las ramas principales. La mayoría de hojas presentan fuertes síntomas de decaimiento tales como apariencias erráticas (reviramientos o deformaciones), escaso desarrollo foliar (microfilia) o fuertes daños patológicos.

No se evaluó la emisión de brotes de raíz (renuevos) por inexistente. En todos los casos.

### **Seguimiento de la dinámica de los pies cortados.**

Se tomó dato de número de árboles que habían rebrotado después de hacer el apeo, alrededor de cada árbol selecto, a los dos años de haber ejecutado el tratamiento.



En esta primera intervención decidimos no utilizar ningún herbicida ya que la parcela se encuentra en una zona LIC muy cercana al río Ebro y lo que buscamos principalmente fue dar más espacio al desarrollo de la copa de los árboles selectos.

#### **2.4. Rendimientos.**

Los trabajos silvícolas se hicieron en una única intervención en Junio de 2010. Los trabajos que se hicieron obteniendo los siguientes rendimientos:

-Desramado con tijera de dos manos a una altura de 2 metros de todos los árboles (todas las ramas están muertas) para permitir el paso de la motosierra, 500 árboles/persona hora.

-Anillado de doble entalladura de 300 árboles, con motosierra Stihl 170. 45 árboles/persona hora.

-Corta de 300 árboles, con motosierra Stihl 26. 6 árboles/hora persona. La labor se realizó con dos peones: Motoserrista Corta y desrama y el ayudante empuja al árbol y coloca la leña en una calle y las ramas a otra. Se cortaron todas las trozas a 1,5m excepto 75 trozas de más de 12 cm que se cortan a 2,5m para transportarlas al aserradero. La leña se extrajo por el coste de desmbosque por parte de la empresa de leñas y carbones La Perla de Cintrueño. (sobre 7000 kg).

-Poda en altura de los árboles seleccionados con un rendimiento de 15 árboles/hora con una pértiga extensible 2 metros (todas las ramas estaban muertas).

#### **2.5. Métodos estadísticos.**

Se ha utilizado el programa estadístico INFOSTAT: Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2012. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>

Se han analizado los datos de la masa y del diseño de experimento completamente aleatorizado. Utilizando las funciones de análisis de varianza y los test de comparación de medias LSD Fisher.



### **3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.**

#### **3.1. Caracterización selvícola de la masa.**

##### *Crecimiento y calidad de madera de la masa:*

La calidad de la madera de los árboles es muy alta al haberse producido una muerte de ramas por efecto de la altísima competencia y estas no formaron nudos muertos, por lo que la madera está libre de nudos en la totalidad de su formación, esto es un factor muy importante con respecto a la evaluación de la madera de pequeño diámetro en la que el fuste se ha obtenido mediante podas, el nogal responde a la herida de poda con la emisión de taninos que provocan una decoloración de la madera y la devalúan. (Nocetti *et al.* 2009)

Además no existe emisión de brotes epicórmicos y se ha forzado mucho el crecimiento en altura por lo que se han conseguido en un buen número de árboles una troza libre de nudos de más de 4 metros.

En 2008 se obtuvo un valor de área basimétrica de 22,1 m<sup>2</sup>/Ha con un diámetro medio cuadrático de 7,8 cm.

El año 2009 se obtuvo un valor de área basimétrica de 23,9 m<sup>2</sup>/Ha con un diámetro medio cuadrático de 8,2 cm, también se midió la altura dominante que fue de 13,1 metros.

Los datos de área basimétrica obtenidos son muy altos, el incremento diametral de la masa fue de 4 milímetros lo que evidenciaba el exceso de competencia, para el nogal se propone hacer una clara cuando el área basimétrica está entorno a 15 m<sup>2</sup>/Ha y su diámetro medio cuadrático es inferior a 20 cm. (Serrada *et al.* 2008)

Al tratarse de una población de semilla se ha producido un desarrollo de árboles en las diferentes clases diamétricas con árboles en las diferentes etapas sociológicas, para la selección de árboles se han buscado sólo los que fueran dominantes o codominantes.

Los valores de crecimiento dentro del bancal se han demostrado significativamente diferentes al aplicar un test de comparación de medias LSD Fisher (alpha 0,05) entre líneas, agrupándose de manera diferente las dos filas interiores y las exteriores, esto justifica el que se seleccionaran los árboles para el estudio únicamente de las filas interiores.



### **3.2. Evaluación de los tratamientos.**

La hipótesis que evaluamos es que al aplicar los diferentes tratamientos no vamos a obtener medias de crecimiento en diámetro que no sean significativamente diferentes.

Tras los resultados de la clara de selección hemos realizado un análisis de la varianza: Los datos de origen son el diámetro normal de los años 2011 y 2012.

*Hipótesis de normalidad:*

Realizando la prueba de Shapiro Wilks (modificado) se concluye que los datos siguen una distribución normal ( $p=0,276$ )

El test ANOVA concluye que se rechaza la hipótesis de igualdad de medias en los tratamientos, es decir, existen diferencias significativas entre tratamientos.

De acuerdo a la prueba LSD de Fisher los tratamientos de eliminación de competencia se agrupan (Cortar y Anillar) y su media separa significativamente del tratamiento testigo.

El anillado en nogal no ha resultado completamente efectivo, ya que han muerto totalmente el 59% de los árboles en su parte aérea y un 42% han muerto totalmente.



#### 4. CUADROS Y TABLAS Y FIGURAS.

Tabla 1. Caracterización dendrométrica de la masa antes de ejecutar la clara de selección.

Año	Altura Ho(m)	Media DN(mm)	G(m <sup>2</sup> /Ha)	DG (cm)
2008	-	72,82	22,13	7,81
2009	13,1	76,98	23,89	8,21
Incremento		4,17	1,77	0,40

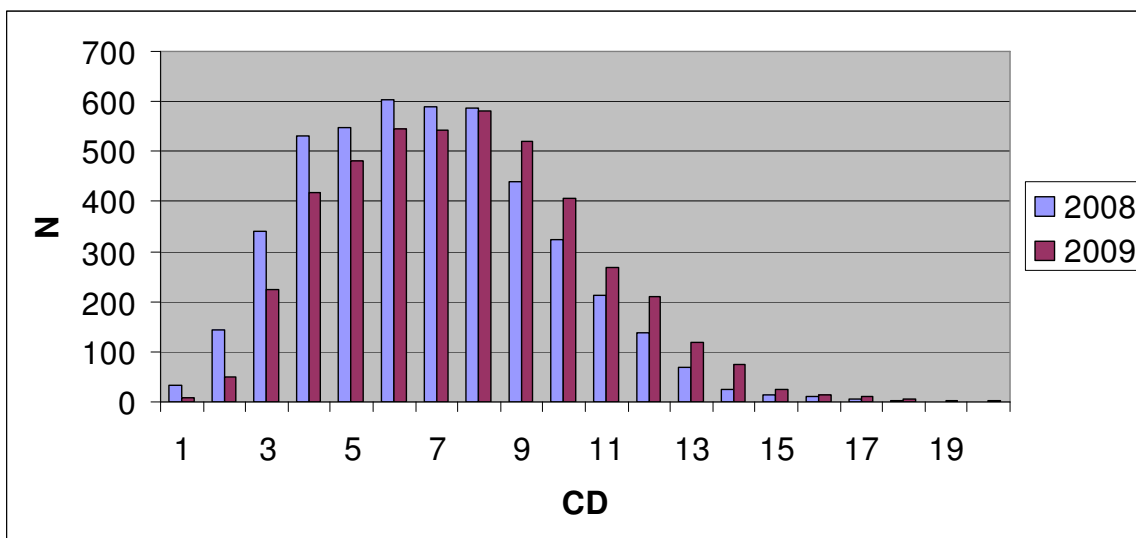


Figura 2. Distribución diamétrica de la masa.

En la siguiente figura podemos ver las categorías que utilizamos para definir la forma de los árboles selectos.

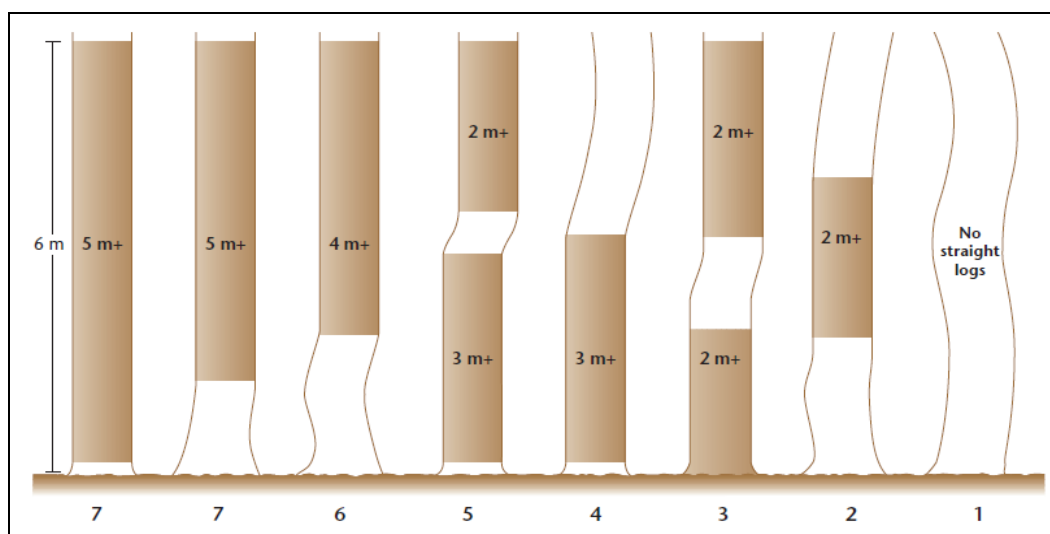


Figura 3. Diferentes tipos de trozas por aprovechamiento comercial. (after Methley 1998)



El resultado de los 200 árboles selectos por la caracterización de forma:

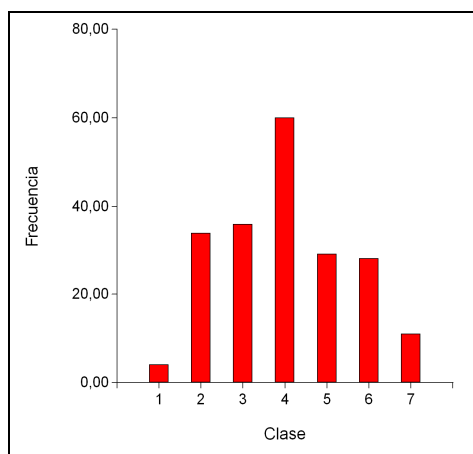


Figura 4 Número de árboles en cada categoría.

Podemos ver como más de la mitad de los árboles tienen una forma que permitiría el aprovechamiento de 4 o más metros de madera libre de nudos.

Tabla 2. Comparación de medias del crecimiento diametral de las líneas de los bancales, numeradas 1 y 4 como las exteriores y 2 y 3 como las interiores

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=6,36911

Error: 49,3118 gl: 36

fila	Medias	n	E.E.	
2,00	69,31	10	2,22	A
3,00	70,53	10	2,22	A
1,00	83,61	10	2,22	B
4,00	84,48	10	2,22	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )

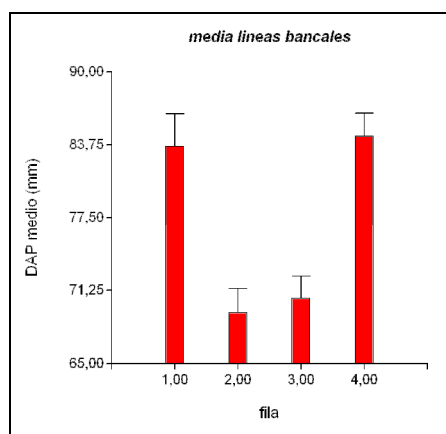


Figura 5. Diámetro medio por líneas.

Tabla 3. Análisis de la varianza para un diseño completamente aleatorizado.

Análisis de la varianza



Regulación de la competencia intraespecífica en una plantación de *Juglans* Mj209xRa.

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
DAP_AGO_2012	201	3,2E-04	0,00	18,73

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	33,50	2	16,75	0,03	0,9692
tratamiento	33,50	2	16,75	0,03	0,9692
Error	106023,97	198	535,47		
Total	106057,47	200			

Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
DAP_AGO_2012	201	123,56	23,03	0,98	0,2760

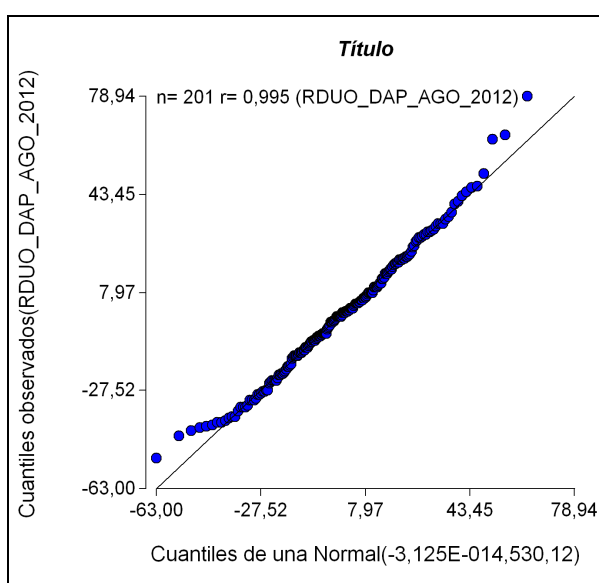


Figura 6. Q-Q plot para evaluar el grado de ajuste a la distribución normal.

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,79905

Error: 5,5001 gl: 198

tratamiento	Medias	n	E.E.	
D	6,01	67	0,29	A
A	7,93	67	0,29	B
C	8,64	67	0,29	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )

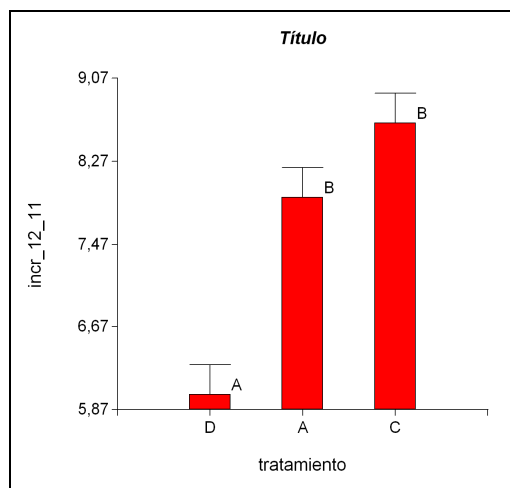


Figura 5. Resultado del test de comparación de medias.

Se ha denominado D como los árboles que han sido testigo, A los árboles anillados y C como los cortados.

Respuesta al anillado después de dos años de aplicar el tratamiento.

	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>Vigor</b>	43 (7,7%)	114 (38%)	15 (5%)	128 (42,7%)
<b>Descomp.</b>	23 (7,7%)	74 (24,7%)	25 (8,3%)	178 (59,3%)

Con estos datos después de dos años de ejecutado el tratamiento parece que el doble anillado en entalladura con motosierra no es suficiente para conseguir los resultados de eliminación de competencia que buscamos ya que podemos dar el árbol por totalmente muerto cuando los valores de Vigor y descomposición son 4.





## CONCLUSIONES

-La calidad de la madera de los árboles producidos en alta densidad es más alta que la producida en marcos más amplios si se hace un seguimiento estricto del momento en que es necesaria una clara.

-El coste económico que supone la mayor utilización de planta en un primer momento, está justificada en plantaciones de semilla poder seleccionar los árboles a futuro y disminuir los trabajos culturales necesarios para obtener un fuste recto, sin nudos y con crecimientos uniformes.

-Las enfermedades de raíz descritas como un problema no parecen afectar al nogal híbrido de manera masiva, ya que las condiciones ambientales en las que se encuentra la masa objeto de estudio son las óptimas para el desarrollo de hongos de raíz y aunque se ha observado afección de algunos patógenos (*Phytophthora* sp, *Brenneria* sp.).no se han desarrollado de forma masiva.

-En este tipo de plantaciones es fundamental poder contar con material vegetal seleccionado, la selvicultura clonal a aplicar no está todavía clara ya que al uniformizar el material el beneficio de selección de los mejores árboles no está justificado y el mantenimiento cultural necesario para obtener fustes de calidad es mucho más sencillo.

-La densidad de la madera de los árboles en alta densidad es semejante a la de árboles que no han tenido competencia durante muchos años. Los resultados obtenidos con los prototipos de la madera obtenida en la clara hecha en este estudio parecen indicar que con diámetros en torno a 15 cm se podría realizar una intervención rentable. Aunque el aprovechamiento tiene unos rendimientos muy bajos los productos obtenidos pueden tener un valor alto.

-Como conclusión de los resultados obtenidos en la clara de selección podemos decir que el nogal híbrido no parece ser una especie que responda bien a hacer copa después de haber estado sometido durante algunos años a competencia lateral aunque los resultados de este tipo de ensayos con sólo dos campañas vegetativas se pueden considerar preliminares.



Regulación de la competencia intraespecífica en una plantación de *Juglans* Mj209xRa.

-El anillado parece difícil que sea una actividad que sea de utilidad en plantaciones intensivas ya que los resultados de supervivencia después de dos años son de alrededor del 60% y al cortar podemos tener ingresos recurrentes.



## **5. BIBLIOGRAFÍA.**

ALETÀ N.- NINOT A., VOLTAS J., (2003). Caracterización del comportamiento agroforestal de doce genotipos de nogal (*Juglans* sp.) en dos localidades de Cataluña. *Invest Agrar: Sist Recur For* 12 (1), 39-50.

ALETÀ N., VILANOVA A., (2006). El nogal híbrido. *Navarra Forestal* nº 13: 18-21.

ARZUBIALDE J. (2004) La plantación de teca y caoba Ed. Venezolana 66.

ARES A., BRAUER D., (2004). Growth and nut production of black walnut in relation to site, tree type and stand conditions in south-central United States. *Agroforestry Systems* 63, 83-90.

BAILLERES H. MAGAVIN R. LANE F. (2011) Veneer, plywood and LVL from early-age thinnings of plantations of sub-tropical hardwoods in Queensland, Australia. ISCHP 2011.

BALZARINI M., GONZÁLEZ L., TABLADA M., CASANOVES F., DI RIENZO J., ROBLEDO C., (2008). Infostat. Manual del Usuario. Editorial Brujas, Córdoba – Argentina. 275.

BECKEY J., (1997) Les noyers à bois. Institut pour le Développement Forestier, Paris, Francia. 144.

BERTI S., BRUNETTI M., (2009) Product development with italian underutilized hardwoods. ISCHP 2009. 8.

BORDIN, C., M. FRATTEGGIANI, R. MERCURIO, G. TABACCHI (1997): Indagine sulla produzione legnosa in piantagioni di noce comune dell'Italia centrale. *Ann. Ist. Sper. Selv* 25–26, 413–428.

BRUNETTI, M. and M. NOCETTI (2007): Effetti della potatura sulla qualità del legno. *Sherwood Foreste ed alberi oggi* 139, 32–33.

BURESTI LATTES, E. and P. MORI (2003): Progettazione e realizzazione di impianti di Arboricoltura da Legno. ARSIA, Regione Toscana, Firenze.



CADAHÍA LÓPEZ, C. (2005). Fertirrigación. Cultivos hortícolas, frutales, y ornamentales. Ediciones Mundi Prensa Madrid – Barcelona –México. 185-223, 211-229.534-536, 603-610, 625-627, 675-680.

CHIFFLOT, V., G. BERTONI, A. CABANATTES, A. GAVALAND (2006): Beneficial effects of intercropping on the growth and nitrogen status of young wild cherry and hybrid walnut trees. *Agroforestry Systems* 66, 13–21.

CISNEROS O., MONTERO G., ALETÀ N., (2008). Compendio de Selvicultura. Selvicultura de *Juglans regia* L. Ediciones INIA, Madrid. 208-227.

COELLO J., PIQUÉ M., VERICAT P. (2010) Guía práctica per a la producció de fusta de qualitat: plantacions de noguera i cirerer. 175.

DIÉGUEZ U., BARRIO M., CASTEDO F., RUÍZ A., ÁLVAREZ M., ÁLVAREZ J., ROJO A., (2003). Dendrometría. Fundación Conde del Valle de Salazar y Ediciones Mundi Prensa –España. 33-147.

FADY, B., F. DUCCI, N. ALETA, J. BECQUEY, R. DIAZ, VASQUEZ, F. FERNANDES LOPEZ, C. JAY-ALLEMAND, F. LEFEVRE, A. NINOT, K. PANETSOS, P. PARIS, A. PISANELLI H. RUMP F. (2003): Walnut demonstrates strong genetics variability for adaptive and wood quality traits in a network of juvenile field tests across Europe. *New Forests* 25, 211–225.

FRATTEGGIANI, M., MERCURIO R., (1991): Il fattore di competizione delle chiome (CCF) nella gestione delle piantagioni di legno di noce comune (*Juglans regia* L.). *Monti e boschi* 5, 59–62.

GONZÁLEZ M., PÉREZ A., (2009). Estadística Aplicada. Una visión instrumental. Editorial Díaz de Santos España. 31-92, 423-473, 595-677.

HEMERY, G.E., P. SAVILL and S.N. PRYOR (2005): Applications of the crown diameter-stem diameter relationship for different species of broadleaved trees. *Forest Ecology. and Management* 215 (1–3), 285–294.



IBACACHE A., (2008). Fisiología y Nutrición del Nogal. CRI Intihuasi, Ministerio de Agricultura Santiago – Chile.

LOEWE M., VERÓNICA, GONZÁLEZ I. MARTA. (2001) Nogal común. Una alternativa para producir madera de alto valor. Unidad de diseño FUCOA, Ministerio de Agricultura INFOR Santiago – Chile.165

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 y cerezo propiedad de Bosques Naturales S. A. V Congreso Forestal Español, Ávila, 9.

MILLER G., STRONGER J., MERKER D., (2007) Crop tree release in hardwood forest. Cooperative extensions service publications series. 24.

MOHNY C., PELLERI F., HEMERY G.E. (2009) The modern silviculture of *Juglans regia* L. a literature review. Die Bodenkultur 60 (3)

MONTERO, G., CISNEROS, O., CAÑELLAS, I. (2003). Manual de Selvicultura para plantaciones de especies productoras de madera de calidad. INIA, Junta de Castilla y León y Ediciones Mundi Prensa. 208-227.

MUNCHARAZ P., (2001). El nogal. Técnicas de Cultivo para la producción frutal. MundiPrensa Madrid – España. 236.

MURILLO O. BADILLA Y. GALLEGOS A. (2003) Calidad del establecimiento para plantaciones forestales. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Escuela de Ingeniería Forestal. Cartago, Costa Rica.

NOCETTI M., BRUNETTI M., GIOVANELLI A., (2011) Improvement of pruning technique to minimize wood decoloration in English Walnut (*Juglans regia* L.). ISCHP 2011 CNR IVALSA Italy. 245-252.

PEÑA LLOPIS J., (2002) Sistemas de Información geográfica aplicadas a la gestión del territorio Alicante - España 228.

PONDER F., (1998). Soils and Nutrition Management for Black Walnut. Proceeding of



6th Council Research Symposium. Nursery Production and Plantation Establishment  
71-76.

SERRADA R., (2008). Apuntes de Selvicultura. Servicio de Publicaciones EUITA  
Forestal Madrid.166.

REQUE J. A., BRAVO F. (2007) Viability of thinning sessile oak stands by girdling.  
Forestry 80, 193-199.

TOLOSANA E., GONZÁLEZ, V. M., VIGNOTE S. (1999). El aprovechamiento  
maderero. Ediciones Mundi-Prensa

VICENTE OLIVER J., SORIANO E., VERHAEGHE G., SANTOS C., (2008). Manual de  
plantación de maderas nobles. Establecimiento, gestión y control de la calidad de la  
madera. AIDIMA, Defor.

VIGNOTE PEÑA S., MARTÍNEZ ROJAS I., (2005). Tecnología de la madera.  
Ediciones Mundi-Prensa.

VILANOVA A., ALETÁ N., (2005). Comportamiento Productivo de Diferentes *Juglans*.  
Resultados ensayos IRTA.





## 6. ANEXO FOTOGRÁFICO.



Foto 1. Vista de la masa en época vegetativa.



Foto 2. Vista de la masa en parada vegetativa.





Foto 3. Tratamiento testigo.



Foto 4. Tratamiento cortar.



Foto 5. Tratamiento anillar





Foto 6. Chancro. *Phytophthora* sp.



Foto 7. Posible *Brenneria* sp.





Foto 8. Restos de un siluro encontrado en la parcela.



Foto 9. Leña tras el tratamiento cortar.



Foto 10. Trozas con posibilidad de aprovechamiento.



Foto 11. Árbol partido tras el anillado.



Foto 12. Callo de cicatrización.



Foto 13. Rebrote de cepa.