



**DOCUMENTACIÓN DE LA  
III JORNADA DE DIFUSIÓN DE  
RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN**

**SUBDIRECCIÓN XERAL DE MONTES E INDUSTRIAS FORESTAIS,  
CONSELLERÍA DE MEDIO RURAL**

**GRUPO DE INVESTIGACIÓN DE XESTIÓN FORESTAL SOSTIBLE.  
ESCOLA POLITÉCNICA SUPERIOR DE LUGO.**

**FORESGAL, PALACIO DE EXPOSICIONES DE LUGO  
VIERNES, 28 DE MARZO DE 2008**

## PROGRAMA III JORNADAS DE DIFUSIÓN DE RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN.

**Lugar:** Foresgal. Feria forestal de Galicia, Palacio de Ferias y Exposiciones de Lugo

**Día:** 28 de marzo de 2008.

**Horario:** 10:00-14:00.

### PROGRAMA DE LA JORNADA

10.00 Apertura das xornadas

10:15. Resultados de ensayos de claras establecidos en las principales especies forestales gallegas. *Pinus pinaster*, *Pinus radiata*, *Pinus sylvestris*, *Pseudotsuga*. Ponente: Juan Gabriel Álvarez, Departamento de Ingeniería Agroforestal, Unidade de Xestión Forestal Sostible, USC.

10:50. Ensayos de poda de masas naturales y repoblaciones de *Pinus radiata* e *Pinus pinaster* en Asturias. Resultados de ensayo de poda sobre *Eucalyptus nitens* en Lugo. Ponentes: Andrea Hevia Cabal. Servicio Rexional de Investigación Agraria de Asturias, SERIDA, en colaboración con USC

11:30. Pausa café

11:50. Resultados de los estudios sobre estabilidad de planta de *Pinus pinaster* cultivada en contenedor. Ensayos en maceta y campo. Grado de incidencia de los problemas de estabilidad. Ponente: Francisco Lario Deza. TRAGSA, unidade I+D vivero de Maceda (Ourense), en colaboración con la USC.

12:30. Resultados de los ensayos de aplicación mecanizada de cenizas en pinareas aclarados de *Pinus radiata*. Efectos sobre el crecimiento del arbolado, costes de aplicación y efectos ambientales. Ponente: Martín Santalla. CIS-Madera, Ourense, en colaboración con la USC.

13:10. Propuesta de criterios técnicos para la autorización de cortas en masas de frondosas y presentación de diagramas de gestión de densidad para pino de Oregón (*Pseudotsuga menziesii*) en el norte de España. Ponente: Roque Rodríguez Soalleiro. Departamento de Producción Vegetal, Unidade de Xestión Forestal Sostible, USC.

13:30. Debate general sobre la necesidad de resultados concretos derivados da investigación

14:00 Cierre de la jornada

# RED DE ENSAYO DE CLARAS EN MASAS DE CONIFERAS EN GALICIA

**Felipe Crecente Campo, Alberto Rojo Alboreca, Juan Gabriel Álvarez González.**  
**Unidade de Xestión Forestal Sostible, Escola Politécnica Superior de Lugo,**  
**Universidade de Santiago de Compostela**

## 1. INTRODUCCIÓN

La densidad óptima que debe tener una masa forestal regular a lo largo de su vida para conseguir una producción determinada se regula mediante un programa de claras (cortas de mejora o intermedias) más o menos intenso. Este tipo de cortas tienen una triple finalidad: dosificar la competencia entre los individuos (mejorando así la masa que queda en pie para los siguientes aprovechamientos y para la corta final), obtener productos a edades intermedias del ciclo productivo de la especie (complementando así a la corta final), y sanear la masa (disminuyendo los riesgos de incendios, plagas, enfermedades, derribos por temporales, etc.). Un programa de claras queda determinado fijando el tipo (claras bajas, altas, selectivas, mixtas o sistemáticas), el peso o grado (claras débiles, moderadas o fuertes), la rotación (edad entre claras sucesivas) y la edad de la primera intervención (Pita y Moreno, 1973; Hawley y Smith, 1982; Madrigal et al., 1985; Rollinson, 1985).

Son escasos los trabajos centrados en la historia de la teoría de las claras, destacando en este sentido el de Taylor (1964), que revisa las distintas propuestas realizadas desde el siglo XVI (en Alemania) hasta mediados del siglo XX, y estudia el origen de los tipos de claras más habituales. Los estudios sobre claras realizados en el siglo XX permitieron a Langsaeter (1941) estudiar la variación de la producción total, el crecimiento relativo, el crecimiento corriente y el volumen del árbol medio de la masa principal con la densidad (Montero, 1992). Posteriormente, Wiedemann y Assmann formularon la denominada Ley general o certeza experimental: "Para una especie y calidad de estación determinadas, la intensidad de las claras, dentro de unos límites relativamente amplios, no influye en la producción total". El propio Assmann (1970), a partir de una amplia red de ensayos de claras, cuantificó la Ley general y definió un área basimétrica crítica a partir de la cual la producción decae más de un 5% de la obtenida en masas con área basimétrica máxima (sin claras), y un área basimétrica óptima (que en realidad es una banda más o menos ancha) con la que se consigue el óptimo productivo (Montero, 1992).

Los límites de este intervalo de área basimétrica varían, lógicamente, con la especie y la calidad de estación, y su conocimiento permite al selvicultor graduar la densidad (dentro de dicho intervalo) según el tipo de productos que desee obtener, asegurando que la producción total obtenida a lo largo del turno será máxima. Así, realizar claras más o menos intensas dependerá de la demanda del mercado de un tipo determinado de productos. La aplicación de un programa de claras intenso permitirá obtener una masa al final del turno con pocos árboles por hectárea, pero de gran tamaño y calidad (y, por tanto, de mayor valor en el mercado), en los que se habrá concentrado la producción, y además se habrá obtenido en las claras una importante cantidad de productos intermedios de pequeñas dimensiones. Si el programa de claras que se aplica es más moderado (menos intenso), se conseguirá al final del turno una masa con un mayor número de pies por hectárea que en el caso anterior (y por tanto un mayor volumen),

pero de menores dimensiones y peor calidad, ya que se habrá realizado una menor selección, y los productos intermedios procedentes de las claras habrán sido menores en cantidad. En ambos casos la producción total obtenida a lo largo de todo el ciclo productivo habrá sido sensiblemente igual.

Hasta hace muy poco no existía ninguna información fiable acerca de los regímenes de claras (tipo, peso, rotación y edad de la primera intervención) más adecuados para aplicar a las masas de las principales coníferas de Galicia puesto que, aunque se han realizado un gran número de ensayos de claras en España por el antiguo IFIE y el actual INIA, los resultados obtenidos no son directamente aplicables a las masas gallegas. En el caso de *Pinus pinaster*, los resultados obtenidos proceden de parcelas situadas fuera de Galicia y corresponden a la variedad mediterránea de la especie, extremadamente diferente a la atlántica en cuanto a crecimiento y producción. Para *Pinus sylvestris*, aunque es la especie de la que se han obtenido más resultados a nivel nacional, tampoco se pueden considerar aplicables a Galicia los resultados puesto que los estudios de crecimiento y producción de las masas gallegas de la especie (Martínez et al., 1997a; Martínez, 2004; Diéguez, 2004) han puesto de manifiesto grandes diferencias en las pautas de crecimiento respecto a las masas naturales e incluso repoblaciones del resto de la Península. Los escasos conocimientos aplicados a la realización de claras para esta especie en Galicia (Martínez et al., 1997b; Martínez, 2004; Arenas y Rojo, 1999) no se basan en la experimentación directa. Por último, con respecto a *Pinus radiata*, las antiguas parcelas de claras instaladas en Galicia por el INIA se han perdido, y son muy escasos los datos procedentes de este tipo de ensayos para la especie en España. Esta falta de información dificultaba la consecución de la gestión sostenible de un importante porcentaje de la superficie forestal gallega.

En la actualidad, la Unidad de Gestión Forestal Sostenible de la Universidad de Santiago de Compostela cuenta con una red de ensayo de claras formada por seis sitios de ensayo (dos sitios de ensayo de *Pinus pinaster* Ait., uno de costa y otro de interior; dos sitios de ensayo de *Pinus radiata* D. Don, uno de procedencias de Nueva Zelanda y otro de procedencias de Galicia; un sitio de ensayo de *Pinus sylvestris* L. y un sitio de ensayo de *Pseudotsuga menziesii* Mirb. Franco ). Esta red ha sido financiada con dos proyectos de investigación de la Xunta de Galicia<sup>1</sup> y ha sido instalada gracias a la colaboración desinteresada del personal de los Distritos Forestales en los que se han localizado los ensayos, del Centro de Formación y Experimentación Agraria de Becerreá que cedió una parte de su finca de prácticas para la instalación del ensayo de *Pinus sylvestris* y del Ingeniero Santiago García Sánchez que permitió la instalación del ensayo de *Pseudotsuga menziesii* en terrenos de su propiedad.

Con el inventario continuo de esta red de parcelas permanentes se pretende determinar, a largo plazo, el tratamiento más adecuado para cada especie (tipo de clara, peso, rotación y edad de la primera intervención), y cuantificar el intervalo de área basimétrica óptima con la que se consigue el máximo productivo según la Ley general de Assmann. De este modo se contará con una información imprescindible para la correcta gestión selvícola de los pinares gallegos, sobre todo teniendo en cuenta la

---

<sup>1</sup> proyecto PGIDIT02RFO29103PR “Estudio de las cortas de mejora (claras) en las masas de coníferas de Galicia” y proyecto PGIDIT05RFO29101PR “Ampliación y seguimiento de la red de sitios de ensayo permanente de claras para las principales coníferas de Galicia”, financiados por la Secretaría Xeral de Investigación e Desenvolvemento (Xunta de Galicia) desde el año 2002 al año 2008.

escasa información que existe actualmente sobre el tema. Además, los sitios de ensayo servirán también para, entre otras cosas:

- ✓ Estudiar la relación entre el crecimiento y las diferentes intensidades de clara,
- ✓ Cuantificar la biomasa que se obtiene con cada tratamiento
- ✓ Analizar la dinámica del rodal mediante índices de competencia determinados antes y después de las claras.
- ✓ Realizar estudios simultáneos de humedad de los combustibles y el efecto sobre la misma de los tratamientos
- ✓ Desarrollar modelos de estimación de humedad de los principales combustibles forestales de estas masas.
- ✓ Integrar estos modelos en sistemas de predicción de riesgo de incendios y de simulación del comportamiento del fuego.

Para todo ello, en cada sitio de ensayo se han probado cuatro diferentes tratamientos. Los tratamientos ensayados han sido, además del control, tres claras de diferente intensidad, caracterizadas por el grado (%) en área basimétrica residual, y que generalmente han sido los siguientes: Tratamiento C o clara baja débil (grado entre 85 y 90%); Tratamiento D o clara baja fuerte (grado entre 70 y 80%); y una clara de selección positiva, en la que se elige un determinado número de pies de porvenir que se liberan de la competencia de los pies próximos, sea cual sea su tamaño. Las principales ventajas de este último tipo de claras es que favorecen deliberadamente la estratificación de la masa y su estabilidad cuando las perturbaciones principales se deben al viento y la nieve. Presentan el inconveniente de que requieren un doble señalamiento de pies de porvenir y de pies a extraer en las claras, y una alta cualificación técnica para realizar estos señalamientos. Este tipo de claras se desaconsejan si la gestión de la masa tiene como elemento prioritario la defensa frente a los incendios forestales. No se deben confundir con las claras altas o claras francesas, ya que éstas últimas actuaban sobre el estrato dominante eliminando pies dominantes y parte de los codominantes. En cambio, la clara de selección elimina aquel pie que independientemente de su calidad suponga un estorbo para el óptimo desarrollo del pie seleccionado.

## **2. DESCRIPCIÓN DE LOS SITIOS DE ENSAYO**

Como se ha comentado anteriormente existen seis sitios de ensayo diferentes que se encuentran en distinto estado de desarrollo. El primer ensayo en instalarse fue el de *Pinus radiata* en Begonte (Lugo), con semilla de dos orígenes diferentes (Galicia y Nueva Zelanda). Este sitio de ensayo se midió por primera vez durante el segundo semestre de 2003 y las claras se realizaron en Abril del año 2004, cuando la masa contaba con 12 años de edad desde plantación. Desde entonces se han realizado dos nuevos inventarios con un intervalo de dos años entre ellos: el primero en el invierno de 2005 y el segundo durante el invierno de 2007. Posteriormente se instaló el ensayo de *Pinus pinaster* de costa en O Carballeiro (Ourense) que cuenta actualmente con dos inventarios con un intervalo de tres años entre ellos: el primero en el momento de realizar la clara en los primeros meses de 2004 con una edad de 14 años y el segundo en el invierno de 2007. A principios del año 2007 se instaló el sitio de ensayo de *Pseudotsuga menziesii* en Bacurín (Lugo) cuando el rodal contaba con 18 años de edad y del que sólo se ha realizado una medición en el momento de hacer la clara. Finalmente, durante los primeros meses de 2008 se han instalado los dos últimos ensayos para *Pinus sylvestris* en Becerrea (Lugo) y *Pinus pinaster* de interior en O

Corgo (Lugo), de los que sólo se cuenta con el inventario realizado en el momento de hacer los tratamientos.

En todos los ensayos se ha procedido a dividir la masa en varias parcelas sobre las que se hacía un único tratamiento. Cuando la superficie del rodal lo permitía se han realizado repeticiones de cada tratamiento hasta un total de tres, por lo que al haber ensayado cuatro tratamientos (control, clara baja débil, clara baja fuerte y clara de selección) hay un máximo de 12 parcelas por sitio de ensayo dependiendo de la disponibilidad de terreno de características homogéneas. Cada parcela se separaba de las demás por una franja en la que se realizaba el mismo tratamiento pero cuyos árboles no se analizaban para evitar el efecto borde.

En el anexo a este documento se presentan unas tablas en las que figuran los valores de las principales variables dasométricas de los sitios de ensayo, a excepción del sitio de ensayo de *Pinus pinaster* de interior de O Corgo cuyos datos aún se están elaborando. Se incluyen todos los inventarios existentes diferenciando los valores de antes y después de la clara. Los símbolos utilizados en dichas tablas son los siguientes:  $H_0$  y  $D_0$  son la altura dominante en metros y el diámetro dominante en centímetros, respectivamente, obtenidos como media de las alturas y los diámetros de los cien pies más gruesos por hectárea;  $N$  es la densidad en pies/ha;  $G$  es el área basimétrica en  $m^2/ha$ ;  $V$  es el volumen en  $m^3/ha$ ;  $B$  es la biomasa total en  $tn/ha$  e  $IH$  es el valor del índice de Hart expresado en tanto por cien y obtenido como el cociente entre la distancia media entre pies considerando una distribución en malla real y la altura dominante en metros.

A continuación se describe con detalle el sitio de ensayo de *Pinus radiata* por ser el más completo de los instalados hasta la fecha y por ser el único del que se puede aportar información de crecimiento por contar con dos inventarios posteriores a la realización de los tratamientos.

### 2.1 Sitio de Ensayo de *Pinus radiata*

El lugar donde se ha realizado este ensayo se ubica en el *Monte Vecinal en Man Común (MVMC) Serra Gorda*, perteneciente a la comunidad de vecinos de Bóveda, en el término municipal de Begonte (Lugo). Dicho MVMC ocupa una superficie de 230 ha, repartidas en varias parcelas, siendo la parcela 5 (con una superficie de 23 ha) en donde se instalaron las parcelas donde se realizaron los tratamientos. Las coordenadas UTM para el huso 29 entre las que se ubica la parcela 5, en donde se instalaron las parcelas de ensayo, son: Longitud: 601.350 a 601.950; Latitud: 4.778.100 a 4.778.700.

El ensayo está realizado sobre una repoblación de *Pinus radiata* D. Don, plantada en el año 1992, con un espaciamiento de 3x2 metros (en algunas ocasiones 3x1,7 o 3x1,8 m) y planta de dos savias a raíz desnuda, en un terreno que había sido un pastizal, y en donde los tojos, brezos y zarzas se entremezclaban entre si, con la vegetación herbácea y con pequeños pies dispersos de roble y abedul fundamentalmente.

En el momento de la repoblación, y debido al auge que por aquel entonces tenía la semilla neozelandesa, se decidió plantar con diferente semilla los dos rodales donde se ha instalado el ensayo de claras. Así pues, hay actualmente una masa de pino radiata, dividida en 4 sectores, de los cuales 2 provienen de semilla originaria de Galicia y otros

dos provienen de semilla originaria de Nueva Zelanda. Uno de los sectores presenta una parte repoblada con abedul.

#### Diseño del ensayo de claras

El diseño estadístico del ensayo consistió en la constitución de bloques aleatorios con repetición y varios tratamientos de clara distintos para cada uno de ellos. La formación de los bloques obedece a la necesidad de incorporar las posibles variaciones en la masa debidas a cambios en el medio (microcalidades de estación). En este caso se han constituido tres bloques para cada uno de los focos de ensayo, lo que a razón de cuatro tratamientos de clara por bloque, supuso la instalación de 24 parcelas (12 parcelas en cada foco). Los tratamientos que se han ensayado, además de un control, han consistido en tres claras de diferente intensidad, que se han expresado por medio del porcentaje en área basimétrica residual.

- **Control:** en estas parcelas no se realiza clara, si se exceptúa la extracción de los pies secos y moribundos, que se contabilizarán como mortalidad natural.
- **Clara baja débil:** con área basimétrica residual de hasta el 90%. Incide sobre el estrato de pies con posibilidad nula de sobrevivir en años futuros, por tanto, se centra el peso de la clara en la zona de diámetros menores de la distribución diamétrica. No obstante, en ocasiones puede afectar a árboles más gruesos si están atacados por hongos o insectos, o si se encuentran puntisecos, ahorquillados, torcidos, etc., o cuando la calidad comercial es muy baja.
- **Clara baja fuerte:** con área basimétrica residual de entre el 70 y el 80%. Afecta a los árboles más delgados de la distribución diamétrica, a algunos codominantes y, en ocasiones, a dominantes si tienen alguna de las características citadas en el tratamiento anterior.
- **Clara de selección:** con área basimétrica residual de entre el 70 y el 80%. Es una clara positiva, con designación de árboles de porvenir. Con ella se extraen los pies de todas las clases sociológicas en beneficio de los árboles de porvenir. No fue fácil la selección de los árboles de porvenir debido a la elevada variabilidad fenotípica entre los árboles. Finalmente, se seleccionaron 22 árboles por parcela (245 pies/hectárea).

En la figura 1 se muestra un esquema de la situación de las parcelas de ensayo (izquierda) y un ejemplo de la situación de los árboles dentro de una parcela con su tamaño relativo en diámetro (derecha).

#### Instalación de las parcelas

La elección del *MVMC Serra Gorda* se debió a las excelentes condiciones que presenta para la ubicación de las parcelas de ensayo, por tratarse de una masa coetánea procedente de repoblación y cumplir con las exigencias de homogeneidad en cuanto a altura, densidad y distribución de los pies.

La metodología seguida en la instalación de las parcelas corresponde a la desarrollada por la Forestry Comisión (Hummel et al., 1959). La superficie de cada una de las parcelas es de 900 m<sup>2</sup>, de forma cuadrada con dimensiones de 30 × 30 m, tamaño que se considera suficiente para que al final de la experiencia queden por lo menos 40 árboles en las parcelas aclaradas con mayor intensidad. Cada parcela está rodeada, además, por una franja de 10 m en la que se mantiene la misma densidad de pies, con el fin de evitar el efecto de borde en los árboles situados en la zona perimetral de cada una de ellas.

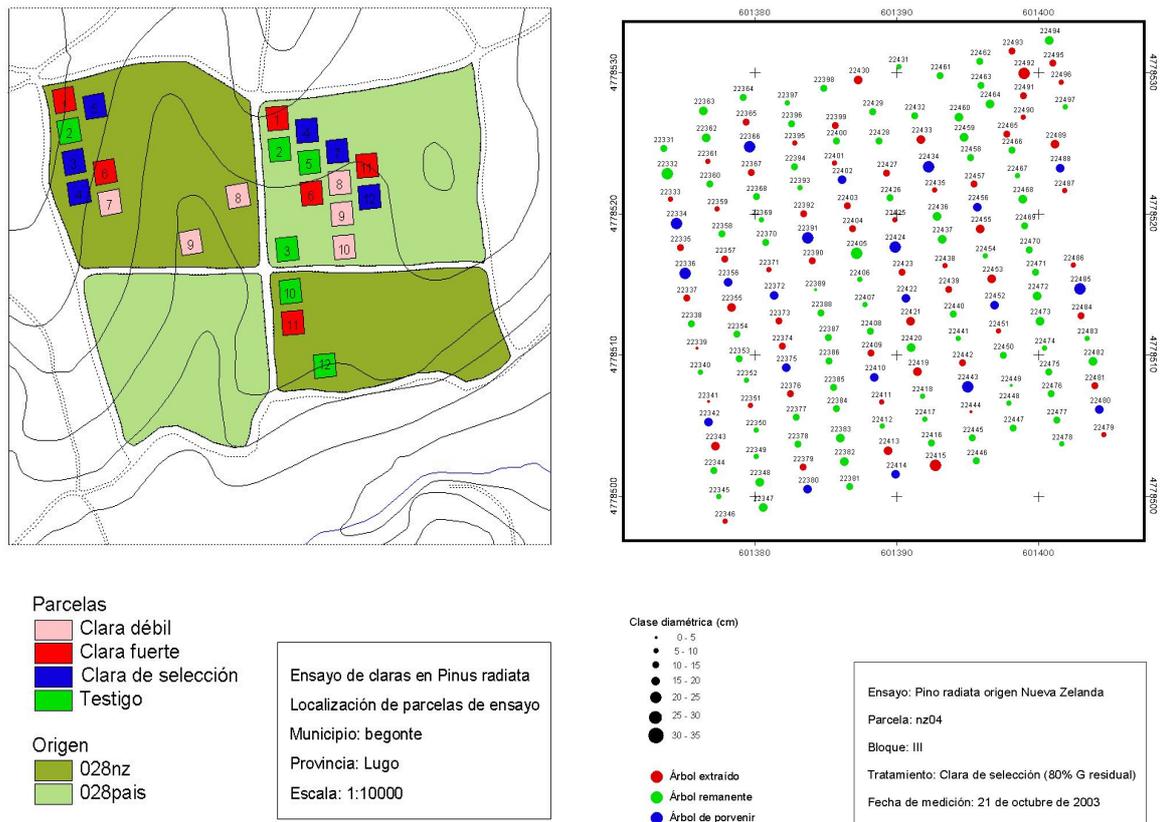


Figura 1. Izquierda: Croquis de localización de las parcelas dentro del ensayo de claras de *Pinus radiata* en Begonte (Lugo). Derecha: Ejemplo de localización de los árboles en una parcela de ensayo de clara de selección.

Para replantar con exactitud la superficie de las parcelas sobre el terreno se ha empleado un hipsómetro *Vertex III* para la medición de distancias, y una escuadra de prismas para la medición de los ángulos. Las parcelas replanteadas quedaron localizadas por medio de estacas o jalones clavados en los extremos de su perímetro. La instalación de las parcelas se ha llevado a cabo intentando que dos lados de las parcelas coincidan con la alineación de las filas de árboles. Esto ha sido posible en todas las parcelas.

### Toma de datos

En cada una de las 24 parcelas de las que consta el ensayo de claras se han medido las siguientes variables: diámetro normal de todos los pies; altura total de un tercio de los pies; altura de la primera rama viva de un tercio de los pies; altura total de los 9 pies más gruesos por parcela, a fin de calcular la altura dominante y diámetros de copa para la misma muestra para la que se midió la altura total.

Una vez se replantearon todas las parcelas, se numeraron todos los árboles mediante chapas metálicas colocadas a una altura de 1,30 m. A continuación se midió el diámetro, mediante forcípula milimetrada, tomando dos medidas en cruz a la altura de 1,30 m. Si a dicha altura no se podía medir el diámetro, por haber un verticilo, se procedía a medir por encima o por debajo indicándolo en el estadillo de campo.

Para estimar la altura media de las parcelas se seleccionó una muestra de un tercio de todos los árboles de la parcela, repartida proporcionalmente al número de pies por cada clase diamétrica. Dichas altura se midieron con hipsómetro digital *Vertex III*. Este hipsómetro permite almacenar hasta seis valores para una misma medición, por lo que

se tomaban tres medidas para promediar altura total del pie y otras tres para determinar la altura de la primera rama viva. En cuanto a la altura dominante, se midieron los 9 pies más gruesos de cada parcela, para lo que se siguió el criterio descrito por Assman (1970), según el cual la altura dominante es aquella que se define como la altura media de los 100 pies más gruesos por hectárea. Estos pies se midieron también con hipsómetro digital *Vertex III*.

Para el cálculo de los diámetros de copa, se midieron la misma muestra de un tercio de todos los pies de la parcela, al igual que se hizo con las alturas. El procedimiento consistió en medir el diámetro tomando como centro la vertical del ápice del árbol y a continuación medir otro diámetro perpendicular al primero y con el mismo centro.

Se apearon un total de 30 árboles para estimar su volumen y la biomasa por fracciones (madera, corteza, ramas gruesas entre 2 y 7 cm de grosor, ramas finas entre 0,5 y 2 cm de grosor, ramillos y acículas y piñas).

Por último, para permitir el seguimiento preciso de cada árbol, se procedió a la medición de las coordenadas exactas de cada pie dentro de la parcela mediante aparatos topográficos de precisión (estación total), midiendo las siguientes variables: Ángulo horizontal (se comenzó a medir colocando el cero en la dirección del norte geográfico); ángulo vertical y distancia en metros entre el punto de estación y el punto visado. Con la medición de estos datos la propia estación devuelve las coordenadas relativas de cada punto (en esta caso cada árbol) con respecto a la posición de la misma.

### **3. PRIMEROS RESULTADOS OBTENIDOS EN EL ENSAYO DE *Pinus radiata***

Con los datos obtenidos en los dos inventarios realizados con posterioridad a la clara se ha procedido a analizar el efecto que tiene el origen de la semilla y el tratamiento realizado sobre el crecimiento en diámetro y en altura de los árboles. Para ello se ha realizado un análisis de varianza con dos factores: origen de semilla y tratamiento, estando este último factor supeditado o anidado al origen de la semilla.

Puesto que la situación de partida de cada árbol no era similar: diferentes dimensiones de partida (diámetros y alturas), distintas condiciones de competencia que afectan al crecimiento, etc. Se emplearon dos covariables en el análisis de varianza. Para tener en cuenta las dimensiones de partida de cada árbol, se incluyó como covariable o bien el diámetro o bien la altura del árbol en el momento de comenzar el período de crecimiento, dependiendo de si se analiza el crecimiento en diámetro o el crecimiento en altura. Como segunda covariable se incluyó en los dos casos el valor para cada árbol de un índice de competencia sencillo de medir. El índice utilizado es el BAL (Basal Area of Largest trees), que se calcula como la suma de las secciones normales de todos los árboles que son más gruesos que el analizado. De este modo, el árbol más grueso de cada parcela tienen un BAL de cero y el árbol más delgado tiene un BAL que es igual al área basimétrica de la parcela menos su sección normal. Por tanto, los árboles con más competencia tienen valores del índice BAL más elevados. En la figura 2 se muestra la evolución de la altura dominante de cada parcela para resaltar las diferencias existentes y que afectan al análisis de los resultados de crecimiento.

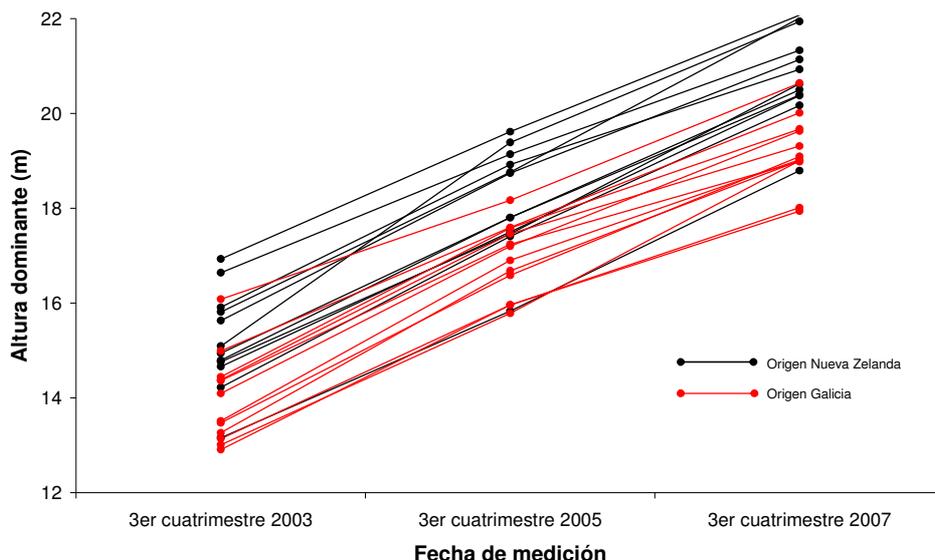


Figura 2. Evolución de la altura dominante en las parcelas de ensayo. En rojo las parcelas en las que el origen de la semilla es Galicia y en negro las parcelas en las que el origen es Nueva Zelanda.

Como se observa en la figura anterior, las parcelas instaladas en el rodal cuya semilla proviene de Galicia tienen, en general, una menor altura dominante que las de origen “Nueva Zelanda”. En cuanto a la pauta de crecimiento, es bastante similar en todas las parcelas con la excepción de dos parcelas de origen “Nueva Zelanda” en las que la clara realizada afectó al estrato dominante eliminando algunos pies gruesos pero de poca altura, con lo que la altura dominante aumentó en mayor medida.

Para facilitar el análisis de los datos y poder comparar tratamientos diferentes, se procedió a agrupar las parcelas en función del área basimétrica residual después de la clara, de modo que se han distinguido los siguientes grupos de tratamientos para realizar las comparaciones de crecimientos:

Origen de semilla GALICIA		Origen de semilla NUEVA ZELANDA	
G0	Corresponde a los controles en los que no se extraen árboles o únicamente árboles muertos. Parcelas 2, 3 y 5 de la tabla correspondiente del anexo	G0	Se corresponde con los controles en los que no se extraen árboles o únicamente árboles muertos. Parcelas 2, 10 y 12 de la tabla correspondiente del anexo
G6	Corresponde a dos parcelas de claras débiles en las que se extrae una media del 6% del área basimétrica. Parcelas 8 y 9 de la tabla correspondiente del anexo.	G6	Se corresponde con una parcela de clara débil en la que se extrae cerca del 6% del área basimétrica. Parcela 9 de la tabla correspondiente del anexo.
G18	Corresponde a dos parcelas de claras fuertes en las que se extrae una media del 18% del área basimétrica. Parcelas 1 y 11 de la tabla correspondiente del anexo.	G10	Se corresponde con una parcela de clara débil en la que se extrae cerca del 10% del área basimétrica. Parcela 8 de la tabla correspondiente del anexo.
G24	Corresponde a dos parcelas en las que se extrae una media del 24% del área basimétrica. Parcelas 6 y 10 de la tabla correspondiente del anexo.	G24	Corresponde a dos parcelas en las que se extrae una media del 24% del área basimétrica. Parcelas 7 y 11 de la tabla correspondiente del anexo.
S18	Corresponde a dos parcelas de claras de selección en las que se extrae una media del 18% del área basimétrica. Parcelas 7 y 12 de la tabla correspondiente del anexo.	G28	Corresponde a dos parcelas de claras fuertes en las que se extrae una media del 28% del área basimétrica. Parcelas 1 y 6 de la tabla correspondiente del anexo.
S24	Corresponde a una parcela de clara de selección en la que se extrae cerca del 24% del área basimétrica. Parcela 4 de la tabla correspondiente del anexo.	S28	Corresponde a tres parcelas de claras de selección en las que se extrae una media del 28% del área basimétrica. Parcelas 3, 4 y 5 de la tabla correspondiente del anexo.

A continuación se muestran los resultados obtenidos para el crecimiento en diámetro y el crecimiento en altura por separado.

### Efecto de las claras sobre el crecimiento en diámetro

En la tabla 1 se muestran los resultados de la comparación de medias de crecimiento en diámetro para el primer período de crecimiento, es decir, entre el primer y el segundo inventario que corresponde a un intervalo de dos años. El análisis se ha realizado teniendo en cuenta el total de los árboles de cada parcela y teniendo en cuenta la clasificación de los tratamientos antes comentada.

CONSIDERANDO TODOS LOS ÁRBOLES			
Zona	Tratamiento	MEDIA id	G6 Galicia
Nueva Zelanda	CONTROL	1,5987	n.s.
Nueva Zelanda	G6	1,9207	0,0028
Nueva Zelanda	G10	1,6496	n.s.
Nueva Zelanda	G24	1,8354	0,0365
Nueva Zelanda	G28	1,7498	n.s.
Nueva Zelanda	S28	1,7859	0,0267
Galicia	CONTROL	1,6237	n.s.
Galicia	G6	1,4166	
Galicia	G18	1,7946	0,0079
Galicia	G24	1,8741	0,0006
Galicia	S18	1,6876	n.s.
Galicia	S24	1,9203	0,0017

Grupo	MEDIA id	Prob.
Nueva Zelanda	1,7577	
Galicia	1,7195	n.s.

Tabla 1. Resultados del análisis de la comparación de medias de crecimiento en diámetro (media id) para el primer período de crecimiento considerando todos los árboles de la parcela. En la parte superior figuran las medias por tratamiento y en la parte inferior las medias por origen de semilla. En color azul figuran las medias más altas que son significativamente diferentes de las medias más bajas que figuran en color anaranjado.

En la tabla anterior se observa que no existen diferencias entre los crecimientos por el origen de la semilla, aunque si hay diferencias en función del tratamiento, siendo el tratamiento G6 de origen Galicia el que muestra un crecimiento significativamente menor al compararlo con las parcelas en las que se extrajo un mayor porcentaje de área basimétrica. Como era de esperar, tanto el diámetro de partida como el valor del índice de competencia BAL resultaron afectar al crecimiento en diámetro (resultados no mostrados en la tabla), de modo que los árboles con mayor diámetro de partida y menor competencia crecieron más en diámetro.

El mismo análisis se realizó considerando sólo los árboles de porvenir. En las parcelas en las que se realizó la clara de selección se eligieron 22 árboles de porvenir, por lo que para este análisis se tomaron como árboles de porvenir en el resto de las parcelas a los 22 más gruesos. De este modo se puede analizar el efecto de la clara sobre los árboles que presumiblemente quedarían en corta final. En la tabla 2 se muestran los resultados de este análisis parcial.

En este caso si que existen diferencias significativas por origen de semilla, siendo el crecimiento en diámetro de los árboles de porvenir mayor en las parcelas de origen “Galicia” durante los dos primeros años (3,6193 cm frente a 3,0746 cm). En cuanto a los tratamientos con mayor crecimiento se observa que se corresponden con las claras de selección del origen de semilla “Galicia”. En este análisis, el diámetro de partida resultó afectar positivamente al crecimiento en diámetro pero, sin embargo el valor del índice de competencia BAL no influyó en el crecimiento debido probablemente a la escasa competencia que soportan estos árboles de porvenir, puesto que el criterio de selección básico fue su tamaño (además de su porte, ramificación, etc.). Si se comparan

los crecimientos medios de todos los árboles y de los árboles de porvenir se observa que estos últimos son cerca del doble de los primeros.

CONSIDERANDO LOS ÁRBOLES DE PORVENIR					
Zona	Tratamiento	MEDIA id	CONTROL NZ	G10 NZ	G24 NZ
Nueva Zelanda	CONTROL	2,9233		n.s.	n.s.
Nueva Zelanda	G6	3,5176	n.s.	n.s.	n.s.
Nueva Zelanda	G10	2,5651	n.s.		n.s.
Nueva Zelanda	G24	2,9679	n.s.	n.s.	
Nueva Zelanda	G28	3,2559	n.s.	n.s.	n.s.
Nueva Zelanda	S28	3,2176	n.s.	n.s.	n.s.
Galicia	CONTROL	3,3917	n.s.	n.s.	n.s.
Galicia	G6	3,3872	n.s.	n.s.	n.s.
Galicia	G18	3,4097	n.s.	n.s.	n.s.
Galicia	G24	3,4520	n.s.	n.s.	n.s.
Galicia	S18	4,0161	0,0002	0,0002	0,0137
Galicia	S24	4,0588	0,0030	0,0007	0,0172

Grupo	MEDIA id	Prob.
Nueva Zelanda	3,0746	
Galicia	3,6193	0,0002

Tabla 2. Resultados del análisis de la comparación de medias de crecimiento en diámetro (media id) para el primer período de crecimiento considerando sólo los árboles de porvenir de la parcela. En la parte superior figuran las medias por tratamiento y en la parte inferior las medias por origen de semilla. En color azul figuran las medias más altas que son significativamente diferentes de las medias más bajas que figuran en color anaranjado.

En la tabla 3 se muestran los resultados de los crecimientos en diámetro para el segundo período de crecimiento, es decir, entre el segundo y el tercer inventario que corresponde a un intervalo de otros dos años de crecimiento, diferenciando entre los valores medios obtenidos para todos los árboles y los obtenidos considerando los árboles de porvenir.

CONSIDERANDO TODOS LOS ÁRBOLES			CONSIDERANDO LOS ÁRBOLES DE PORVENIR		
Zona	Tratamiento	MEDIA id	Zona	Tratamiento	MEDIA id
Nueva Zelanda	CONTROL	1,2862	Nueva Zelanda	CONTROL	3,4699
Nueva Zelanda	G6	1,1886	Nueva Zelanda	G6	2,5051
Nueva Zelanda	G10	1,4417	Nueva Zelanda	G10	3,2787
Nueva Zelanda	G24	1,2704	Nueva Zelanda	G24	2,7925
Nueva Zelanda	G28	1,2252	Nueva Zelanda	G28	2,8757
Nueva Zelanda	S28	1,2729	Nueva Zelanda	S28	3,0345
Pais	CONTROL	1,3681	Pais	CONTROL	2,5038
Pais	G6	1,1516	Pais	G6	2,4416
Pais	G18	1,3611	Pais	G18	2,4289
Pais	G24	1,3406	Pais	G24	2,6661
Pais	S18	1,5402	Pais	S18	3,2145
Pais	S24	1,5515	Pais	S24	3,2039

Grupo	MEDIA id	Prob.	Grupo	MEDIA id	Prob.
Nueva Zelanda	1,2808		Nueva Zelanda	2,9428	
Pais	1,3855	n.s.	Pais	2,7431	n.s.

Tabla 3. Resultados del análisis de la comparación de medias de crecimiento en diámetro (media id) para el segundo período de crecimiento considerando todos los árboles de la parcela (izquierda) y sólo los árboles de porvenir de la parcela (derecha). En la parte superior figuran las medias por tratamiento y en la parte inferior las medias por origen de semilla.

En este análisis no se observaron diferencias ni entre tratamientos ni por origen de semilla, tanto para todos los árboles como para los árboles de porvenir, lo que parece indicar que el efecto de los tratamientos ya se ha amortiguado en este segundo período. Al igual que para el primer período de crecimiento, el diámetro de partida resultó influir positivamente en el crecimiento en los dos análisis, sin embargo, el valor del índice de competencia sólo influyó cuando se consideran todos los árboles de la parcela.

#### Efecto de las claras sobre el crecimiento en altura

En la tabla 4 se muestran los resultados de la comparación de medias de crecimiento en altura para el primer período de crecimiento, es decir, entre el primer y el segundo inventario que corresponde a un intervalo de dos años. El análisis se ha realizado teniendo en cuenta el total de los árboles de cada parcela.

CONSIDERANDO TODOS LOS ÁRBOLES			
Zona	Tratamiento	MEDIA ih	G28 NZ
Nueva Zelanda	CONTROL	2,4497	0,0013
Nueva Zelanda	G6	2,5875	n.s.
Nueva Zelanda	G10	2,5240	n.s.
Nueva Zelanda	G24	2,4403	0,0099
Nueva Zelanda	G28	3,0799	
Nueva Zelanda	S28	2,1664	0,0001
Pais	CONTROL	2,3705	0,0003
Pais	G6	2,2914	0,0002
Pais	G18	2,5009	0,0411
Pais	G24	2,5110	0,0250
Pais	S18	2,1863	0,0001
Pais	S24	1,9041	0,0001

CONSIDERANDO LOS ÁRBOLES DE PORVENIR			
Zona	Tratamiento	MEDIA ih	G28 NZ
Nueva Zelanda	CONTROL	2,8094	0,0005
Nueva Zelanda	G6	3,0207	n.s.
Nueva Zelanda	G10	3,2283	n.s.
Nueva Zelanda	G24	3,1598	n.s.
Nueva Zelanda	G28	3,9141	
Nueva Zelanda	S28	2,9981	0,0081
Pais	CONTROL	2,8573	0,0032
Pais	G6	3,1721	n.s.
Pais	G18	2,9255	0,0282
Pais	G24	2,8927	0,0099
Pais	S18	2,8332	0,0102
Pais	S24	2,7407	0,0133

Grupo	MEDIA id	Prob.
Nueva Zelanda	2,5413	0,0007
Pais	2,2940	

Grupo	MEDIA id	Prob.
Nueva Zelanda	3,1884	0,0254
Pais	2,9036	

Tabla 4. Resultados del análisis de la comparación de medias de crecimiento en altura (media ih) para el primer período de crecimiento considerando todos los árboles de la parcela (izquierda) y sólo los árboles de porvenir (derecha). En la parte superior figuran las medias por tratamiento y en la parte inferior las medias por origen de semilla. En color azul figuran las medias más altas que son significativamente diferentes de las medias más bajas que figuran en color anaranjado.

Como se observa en la tabla anterior, los crecimientos en altura son bastante similares en todos los tratamientos con excepción de la clara fuerte realizada en la zona de origen de semilla “Nueva Zelanda” y en la que se extrae un 28% del área basimétrica, tanto si se consideran todos los árboles de la parcela (izquierda) como si sólo se consideran los árboles de porvenir (derecha). Ese mismo crecimiento más elevado de lo habitual se observó en los valores de la altura dominante que ya se comentó en la figura 2. También es ese valor el que provoca que aparezcan diferencias significativas por el origen de la semilla. En estos análisis la altura de partida resultó afectar significativamente al crecimiento en altura, sin embargo, el valor del índice de competencia BAL sólo resultó significativo cuando se consideran todos los árboles al calcular la media.

Si se considera el segundo período de crecimiento en altura, es decir desde el segundo al tercer inventario, que se corresponde de nuevo con un intervalo de dos años, se observa que no hay diferencias entre medias al considerar todos los árboles pero si que las hay al considerar sólo los árboles de porvenir (ver tabla 5), resultando significativamente mayor la altura cuando se realiza el tratamiento de clara de selección en la que se extrae un 28% del área basimétrica en la zona de origen de semilla “Nueva Zelanda”. Destacar que esta es la otra parcela que mostraba un fuerte incremento en altura dominante en la figura 2. Los peores crecimientos corresponden a las parcelas control de la zona de origen “Galicia”. Al igual que en el caso anterior, en estos análisis la altura de partida afecta positivamente al crecimiento en altura en ambos análisis, mientras que el valor del índice de competencia BAL sólo influye cuando se consideran todos los pies.

CONSIDERANDO TODOS LOS ÁRBOLES		
Zona	Tratamiento	MEDIA ih
Nueva Zelanda	CONTROL	1,7532
Nueva Zelanda	G6	2,4945
Nueva Zelanda	G10	2,1845
Nueva Zelanda	G24	2,2178
Nueva Zelanda	G28	1,9287
Nueva Zelanda	S28	2,1878
Pais	CONTROL	1,9800
Pais	G6	1,6196
Pais	G18	1,7418
Pais	G24	1,8546
Pais	S18	1,7787
Pais	S24	1,7340

Grupo	MEDIA ih	Prob.
Nueva Zelanda	2,1277	n.s.
Pais	2,0781	

CONSIDERANDO LOS ÁRBOLES DE PORVENIR			
Zona	Tratamiento	MEDIA ih	S28 NZ
Nueva Zelanda	CONTROL	2,4164	n.s.
Nueva Zelanda	G6	3,0501	n.s.
Nueva Zelanda	G10	3,0211	n.s.
Nueva Zelanda	G24	3,0001	n.s.
Nueva Zelanda	G28	2,7066	n.s.
Nueva Zelanda	S28	3,0745	
Pais	CONTROL	2,1042	0,0191
Pais	G6	1,8278	0,0016
Pais	G18	2,2508	n.s.
Pais	G24	2,1852	n.s.
Pais	S18	2,2455	n.s.
Pais	S24	2,4238	n.s.

Grupo	MEDIA ih	Prob.
Nueva Zelanda	2,9114	0,0001
Pais	2,0284	

Tabla 5. Resultados del análisis de la comparación de medias de crecimiento en altura (media ih) para el segundo período de crecimiento considerando todos los árboles de la parcela (izquierda) y sólo los árboles de porvenir (derecha). En la parte superior figuran las medias por tratamiento y en la parte inferior las medias por origen de semilla. En color azul figuran las medias más altas que son significativamente diferentes de las medias más bajas que figuran en color anaranjado.

En resumen, los primeros resultados parecen indicar que el efecto de la clara es evidente durante los dos primeros años después del tratamiento, pero su influencia se diluye si se considera el siguiente período de crecimiento de dos años. Además, tanto los diámetros y alturas iniciales como la competencia que soporta el árbol afectan a sus crecimientos en diámetro y altura respectivamente. De todos modos todos estos análisis son preliminares y es necesario realizar estudios más detallados en los que se analice la situación concreta de cada árbol dentro del rodal, puesto que los tratamientos afectan desigualmente a la superficie de la parcela, con zonas en las que apenas se extraen árboles y otras en las que la apertura de huecos es muy grande, sobre todo en las parcelas en las que se realiza el tratamiento de claras de selección.

En estas parcelas se han realizado análisis detallados de las emisiones de CO<sub>2</sub> del suelo en diferentes puntos dentro del rodal, observándose diferencias importantes entre tratamientos. La combinación de esas mediciones con los datos de las localizaciones de los árboles sobre el terreno puede aportar más información para determinar con mayor precisión el efecto de los tratamientos sobre el crecimiento de los árboles.

#### 4. BIBLIOGRAFÍA

- Arenas, S.G. y Rojo, A. (1999). Cortas de mejora en repoblaciones de *Pinus sylvestris* L. de la Comarca Montaña de Lugo. En: Jornadas sobre cortas de mejora de las masas españolas: selvicultura, aprovechamientos y comercialización de los productos. Fundación Conde del Valle de Salazar. 61-70.
- Assmann, E. (1970). The principles of forest yield study. Ed. Pergamon Press. Oxford.
- Diéguez, U. (2004). Modelo dinámico de crecimiento para masas de *Pinus sylvestris* L. procedentes de repoblación en Galicia. Tesis doctoral. Escuela Politécnica Superior (Universidad de Santiago de Compostela).
- Hawley, R.C. y Smith, D.M. (1982). Silvicultura práctica. 2ª edición. Ed. Omega, Barcelona. 544 p.
- Hummel, F.C.; Locke, G.M.; Jeffers, J.N. y Christie, J.M. (1959). Code of sample plot procedure. Forestry Commission Bulletin 31.
- Langsaeter, A. (1941). Om tynning i enaldret Gran-og furuskeg. Medel. f.d. Norske Skogforsoksvesen, 8: 131-216.
- Madrigal, A.; Gómez, J.A. y Montero, G. (1985). Estado actual de las investigaciones sobre claras. Primeros resultados obtenidos en una experiencia en masa artificial de *Pinus sylvestris* L. en el Sistema Central. Comunicaciones INIA, Serie Recursos Naturales 42, 49 p.
- Martínez, E. (2004). Estudio del crecimiento, producción y gestión de las masas de *Pinus sylvestris* L. en Galicia. Tesis doctoral. Escuela Politécnica Superior (Universidad de Santiago de Compostela).
- Martínez, E.; Rojo, A. y Rodríguez, R. (1997a). Crecimiento y producción de repoblaciones de *Pinus sylvestris* L. en el Macizo Galaico. Primeros resultados. II Congreso Forestal Español Irati-97, Mesa IV: 393-398.
- Martínez, E.; Rodríguez, R. y Rojo, A. (1997b). Análisis de la selvicultura desarrollada en los montes de *Pinus sylvestris* L. de Galicia. Perspectivas futuras. II Congreso Forestal Español Irati-97, Mesa IV: 387-392.

- Montero, G. (1992). Aspectos ecológicos y productivos de la selvicultura. *Ecología*, 6: 111-121.
- Pita, P.A. y Moreno, M. (1973). Introducción al estudio de las claras en su incidencia sobre la producción. *Montes*, 171: 189-202.
- Rollinson, T.J.D. (1985). Thinning control. Forestry Commission Booklet, 54. 56 p.
- Taylor, C.J. (1964). The history of a research into thinning. Its physiological and ecological bases. Thinning. Report of fourth Discussion Meeting. Society of Foresters of Great Britain. Oxford University Press: 7-15.

# **ENSAYOS DE PODAS EN PLANTACIONES DE *PINUS RADIATA* D. DON, *PINUS PINASTER* AITON Y *EUCALYPTUS NITENS* (DEANE AND MAIDEN) MAIDEN EN EL NOROESTE DE ESPAÑA**

**Andrea Hevia Cabal. Servicio Rexional de Investigación Agraria de Asturias, SERIDA**

Las plantaciones de especies de crecimiento rápido constituyen un importante potencial forestal del Arco Atlántico del sur de Europa. Para realizar una adecuada gestión forestal de nuestras masas forestales debemos disponer previamente de información acerca del efecto de diversas opciones selvícolas. De acuerdo con esto, y dada la necesidad de disponer de herramientas eficientes para el manejo de cultivos forestales en el noroeste de España, se han instalado parcelas de ensayo de podas y claras para las especies *Pinus pinaster*, *Pinus radiata* y *Eucalyptus nitens*. Estas parcelas instaladas a lo largo del año 2006, constituyen una red experimental de ensayos permanentes para estudiar el efecto de distintas intensidades de manejo. El objetivo final es obtener información que mejore la rentabilidad de estas especies, favoreciendo la toma de decisiones en cuanto a que selvicultura debemos aplicar y disponer de modelos de producción de madera de calidad.

## **Ensayos de podas en plantaciones de *Pinus radiata* D. Don y *Pinus pinaster* Aiton.**

El material utilizado para la realización del presente estudio pertenece a la red experimental de parcelas de podas y claras que posee el Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA), Consejería de Medio Ambiente y Desarrollo Rural del Principado de Asturias.

Para investigar la respuesta de los distintos tratamientos selvícolas sobre la producción de madera de calidad y el riesgo de incendio, se planteó un diseño factorial con dos factores: intensidad de clara (sin clara-control, clara selectiva, clara baja débil y baja fuerte) e intensidad de poda de copa viva (1ª Poda 0% & 2ª 0% -control-; 1ª Poda 20% & 2ª 20%; 1ª poda 20% & 2ª 40% y 1ª Poda 40% & 2ª 40%).

Las actuaciones de poda definidas para cada tratamiento se realizarán en dos escalas temporales: poda baja durante la instalación del ensayo (año 2006) y poda alta en el momento de realizar los tratamientos de clara (pendiente de realizar). Las herramientas seleccionadas para la realización de las podas en ambas especies fueron tijeras de accionamiento manual (excelentes cortes y elevada calidad de cicatrización en el proceso de producción de madera libre de nudos superior). Las ocho parcelas disponibles cuentan con una superficie superior a una hectárea y se trata de masas con edades comprendidas entre los 7 y los 11 años en el momento de la instalación.

## **Resultados**

Los resultados mostrados en este apartado se refieren a la situación inmediatamente posterior a la realización de la primera poda, ya que los efectos de la primera intervención no serán proporcionados hasta dentro de al menos tres años (previsiblemente 2009). El resto de las intervenciones selvícolas diseñadas para este ensayo, distintos tratamientos de clara y segunda intervención de poda, serán efectuadas en un futuro.

## **1. Resultados iniciales (inmediatamente después de la poda)**

### **Variables relacionadas con la intensidad de poda**

El análisis de varianza de los distintos parámetros evaluados para el factor tratamiento de poda puso de manifiesto que tanto en *Pinus pinaster* como en *Pinus radiata* existen diferencias significativas para del nº de verticilos vivos que se han dejado tras aplicar cada porcentaje de poda (Nv), número de verticilos podados (Nvp), número de verticilos totales (Nvt), número de ramas podadas (NRam), diámetro sobre muñón en el último verticilo podado (DOSf), altura verde del árbol tras la poda (Hverde) e índice de ramosidad BIX (BIX).

Por lo general la tendencia de los tratamientos efectuados, en ambas especies, fue aumentar el Nvp, el Nram y el BIX al realizar la poda respecto a los controles, con lo que los mayores valores medios de estas variables se encontraron para los tratamientos de mayor intensidad (40%). En cambio, el Nv, el DOSf, el Dcopa y la Hverde mostraron tendencia a disminuir en los tratamientos con poda, dándose los mayores valores en el tratamiento control.

### **Diámetro sobre muñón (DOS)**

Por lo general, los resultados obtenidos en todos los tratamientos de poda efectuados mostraban mayores valores en el diámetro sobre muñón del primer verticilo podado (DOSi) que en el último (DOSf), resultado lógico si tenemos en cuenta la mayor conicidad del árbol en su parte inferior. Dentro de las dos especies objeto de estudio, se obtuvieron mayores valores de estas variables para radiata que para pinaster. Así, en la parcela de ensayo de pinaster los valores medios para el total de la parcela fueron de 10,1 cm. para el DOSi y de 8,9 cm. para el DOSf mientras que en la de radiata los valores medios fueron de de 12,9 cm. para el DOSi y de 12,6 cm para el DOSf.

De acuerdo con lo anterior, en el presente estudio, salvo algunos árboles en el caso de radiata, el DOS estaría dentro de los valores recomendados como óptimos para la poda. Aún así, para la parcela de radiata hubiera sido mejor haber ejecutado la poda para un diámetro de los árboles de la parcela inferior.

Una vez que se produce la intervención de poda tiene lugar el proceso de oclusión, produciéndose un engrosamiento del fuste en el lugar donde se insertan las ramas más el muñón que queda de las ramas podadas. El valor de dicho engrosamiento ha sido estimado en especies como *P. radiata*, *P. taeda* y *E. grandis*. Los valores obtenidos fueron diversos. Así, Private Forest Tasmania (2004) cifró en 3 cm el engrosamiento medio producido para *P. radiata*. Sin embargo dicho engrosamiento puede incluso duplicarse en malas calidades de estación y puede verse afectado gravemente por la presencia de cortes de baja calidad.

### **Diámetro máximo sobre muñón (DMSM)**

Una de las medidas más importantes relacionada con la ejecución de la poda es la del diámetro máximo sobre muñón (DMSM), situado en el verticilo podado de máximo diámetro. A pesar de la importancia de conocer el DMSM para el esquema de poda

adoptado, dado que se debe mantener su valor constante en cada intervención de poda, no hay antecedentes para pinaster y radiata en el Arco Atlántico.

Son diversos los valores que puede tomar dicho diámetro en las distintas especies forestales. Como ejemplo podemos indicar que, trabajando con masas de *P. pinaster* y *P. radiata* de ocho y nueve años de edad respectivamente, el valor más frecuente del DMSM se situó en torno a los 10-12,5 cm, en pinaster, y a 15-17,5 cm, en radiata. En el ensayo llevado a cabo por Methol (2002) con *Eucalyptus grandis*, en plantaciones de menor edad (dos años), el valor más frecuente del DMSM (estimado) se situó en torno a los 9,6 cm.

Otra variable que adquiere gran importancia es la altura a la que se produce el diámetro máximo sobre muñón (HDMSM). En nuestro caso el rango más frecuente para la primera poda se situó entre 0,5 y 1,0 m. en pinaster, con un valor medio de 0,9 m., y entre 1,0-1,5 en radiata, cuyo valor medio fue de 1,1 m.

El control se orienta principalmente a mantener pequeño el tamaño del cilindro central con defectos, que depende del diámetro máximo sobre muñones, de la oclusión de la herida de poda y de las sinuosidades de la médula (Park, 1980; 1982).

### **Índice de ramosidad BIX**

Aunque existen diversos índices relacionados con el tamaño de la rama para calidades y valores de madera aserrada se encontró que el mejor se correspondía con el diámetro medio de las 4 ramas más grandes, una de cada cuadrante para una longitud de troza determinada. En nuestro caso, se consideraron 2,5 m. de longitud de troza para aquellos árboles en que la longitud podada superaba este valor.

Se procedió a la obtención de este índice, de fácil medición, para las parcelas de ensayo de radiata y pinaster. Los valores de índice de ramosidad BIX obtenidos para *P. radiata* se encuentran fundamentalmente entre los 3 y 3,5 cm., con un BIX medio de 2,73 cm. Para *P. pinaster* los valores de BIX se encuentran entre 1 y 1,5 cm, siendo el BIX medio de 1,31 cm.

Los valores de este índice BIX son bastante superiores en radiata relativamente a los obtenidos para pinaster, lo que vuelve a denotar que hubiera sido mejor haber podado antes en esta especie, teniendo en cuenta que a medida que aumenta dicho índice decrece la calidad de la troza (Bier, 1986).

### **Relaciones seleccionadas entre variables**

Se realizaron matrices de correlación generadas a partir de de las variables de diámetro máximo sobre muñón (DMSM), diámetro normal (D), altura total (Ht), altura de poda (Hcopa), altura verde del árbol tras la poda (Hverde), diámetro sobre muñón en el primer verticilo podado (DOSi), diámetro sobre muñón en el último verticilo podado (DOSf), índice de ramosidad BIX (BIX) y altura del fuste podado a la que se encuentra el diámetro máximo sobre muñón (HDMSM).

La variación existente en DMSM entre los árboles está fuertemente asociada con el diámetro normal (D), que explica el 93% y 90% de dicha variación en pinaster y radiata, respectivamente.

Aunque en muchos casos se utiliza la altura (Ht) como indicador para el momento en que se debe realizar la poda, de acuerdo con los datos del análisis de correlación realizado, esta variable explica en menor medida la variación del DMSM. También se pudo observar que la altura (Ht) explica en buena medida la variación existente en la Hverde.

El diámetro del árbol en el último verticilo hasta el cual se va a podar (DOSf) puede ser un buen indicador del momento oportuno para la realización de la poda ya que su variación está altamente relacionada con el DMSM. El DOSf presenta una buena asociación también con el D.

### **Biomasa**

Se ha cuantificado la biomasa total presente en cada una de las parcelas de ensayo así como la biomasa extraída para los distintos tipos de tratamientos de poda aplicados. De acuerdo con diversos autores (Rey *et al.*, 2001; Muñoz Riveros *et al.*, 2005; Balboa-Murias *et al.* (en prensa), la madera resultó ser el componente que más biomasa representa para ambas especies.

El análisis de varianza de los distintos parámetros de biomasa seca de copa evaluados para el factor tratamiento de poda puso de manifiesto que tanto en *Pinus pinaster* como en *Pinus radiata* existen diferencias significativas para todos ellos.

Los resultados obtenidos muestran que entre los diferentes tratamientos de poda (20%; 40%) ha habido una clara variación en cuanto a la cantidad de biomasa de copa viva extraída. Así, para el tratamiento de poda del 20% la cantidad extraída se cifró en 0,7 Tn/ha, para *P. pinaster*, y en 1,8 Tn/ha para *P. radiata*. Para la intensidad de poda del 40% la cantidad extraída fue de 1,1 Tn/ha, para *P. pinaster*, y de 3,1 Tn/ha, para *P. radiata*. Los valores del ensayo realizado en la masa de radiata son mayores, para la misma intensidad de poda, dado que la biomasa total de partida era también mayor. Además de esto, en el caso de pinaster, la mayor densidad inicial de la masa hizo que la proporción de ramas muertas fuese mayor.

Los resultados presentados deberán ser recalculados una vez que dispongamos de modelos de biomasa de copa efectuados con un rango de edades que incluya masas jóvenes, ya que las disponibles en la actualidad están hechas para masas adultas.

## **2. Resultados dos años después de la poda**

### **Brotos epicórmicos**

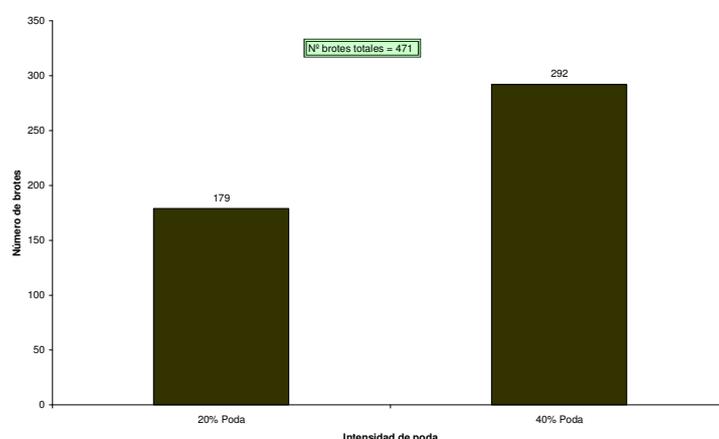
Los brotes epicórmicos se pueden desarrollar a partir de una yema adventicia o durmiente (Kozlowski *et al.*, 1991). Estos brotes pueden aparecer a lo largo del fuste y su persistencia puede disminuir el valor y calidad de la madera. Su aparición está controlada por muchos factores (genéticos, problemas sanitarios, daños mecánicos,

condiciones de exposición, vigor de los árboles, localización,...) que a menudo actúan de forma sinérgica.

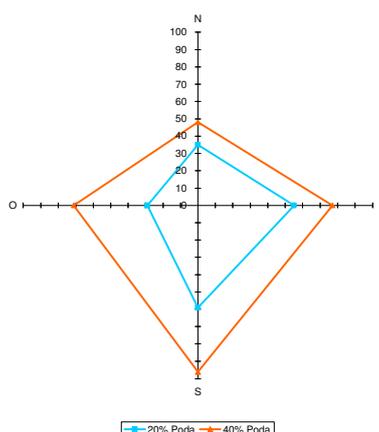
El estrés de la poda y la exposición repentina a la luz que se produce en los árboles tras la realización de claras o podas puede estimular las yemas durmientes del fuste y producir brotes epicórmicos, pero el efecto de estas prácticas selvícolas en la producción de brotes difiere enormemente entre especies.

Dado el posible efecto de la poda en la formación de este tipo de brotes, se procedió en 2008 a la evaluación de todas las parcelas disponibles. Solo se encontraron brotes epicórmicos para la *Pinus radiata* en los tratamientos del 20% y 40 % de poda. En general, se observó una correlación positiva entre el número de brotes y la intensidad de poda, tal como indica la siguiente figura.

Ejemplo: Monte Santa Catalina (Pravia)



En la figura se muestra el patrón de distribución de los brotes por dirección geográfica para las distintas intensidades de poda. Independientemente del tratamiento de poda efectuado, el mayor número de brotes se encontró orientado al sur, lo que confirma el papel de la luz en la aparición y mantenimiento de los brotes.

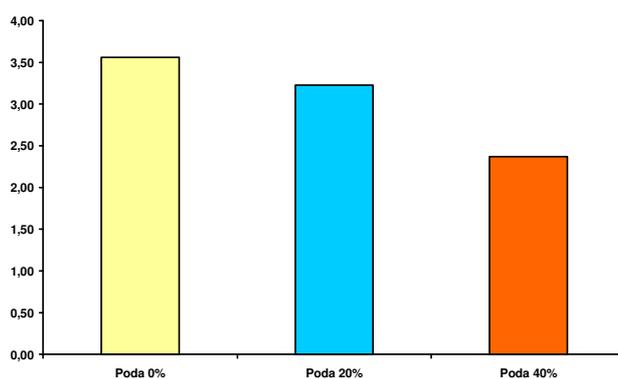


### Índice de área foliar

Es importante tener en cuenta el Índice de Área Foliar (LAI) para mantener una máxima producción basado en la intercepción lumínica (Jarvis y Leverenz, 1983). Cuanto mayor

sea el LAI mayor será la luz interceptada por el dosel. Un LAI óptimo se considera cuando el dosel intercepta hasta un 95 % de la luz disponible. Sin embargo, a determinados niveles elevados de LAI, el dosel inferior contribuye escasamente a la interceptación de luz y por lo tanto al suministro de C al árbol. En estas circunstancias, la eliminación de verticilos de la parte inferior del árbol mediante poda, tendrán un escaso efecto en el crecimiento.

Una evaluación preliminar con distintas metodologías para la estimación indirecta del LAI mostró diferencias entre los distintos tratamientos de poda efectuados, disminuyendo el valor del LAI a medida que la intensidad de poda era mayor, tal como se indica en la siguiente figura.



### **Selvicultura para la prevención de incendios forestales en plantaciones forestales**

El manejo de las plantaciones mediante actividades de podas y claras tiene como efecto colateral el incorporar al área una importante cantidad y volumen de combustible disponible para la propagación del fuego. A este respecto es importante comenzar a considerar esta realidad con la finalidad de adecuar las decisiones en cuanto a la densidad inicial de las plantaciones forestales. La utilización de densidades de plantación que van más allá de las 1.500 plantas por hectárea para llegar al final de la rotación a cerca de 400-600 plantas por hectárea, implica que en el proceso de crecimiento y posterior manejo del rodal se está aportando al área una gran cantidad de material altamente inflamable que será necesario de manejar.

Durante todo este proceso de consolidación de la masa productiva, la alternativa de extracción total de los residuos podría ser la más lógica. Sin embargo tomando en cuenta aspectos económicos, ésta extracción para su uso como biomasa debe ser viable. Por ello, lo que se debe buscar es un equilibrio entre los objetivos de producción y protección tanto del bosque como del suelo.

Estos combustibles están constituidos por los residuos dejados en el área después de la cosecha o el producto de los clareos, podas y claras. Incluyen las copas, ramas, acículas y trozas no utilizadas, junto con otros árboles desarraigados y destruidos como consecuencia de la tala. En sentido amplio, los residuos incluyen también los árboles derribados por el viento, muertos, sotobosque vivo y en general la vegetación presente en el monte.

Es evidente que los cambios estructurales introducidos en los modelos de combustible por los distintos tratamientos selvícolas modifican el comportamiento de fuego. Sin

embargo resulta realmente complejo definir con precisión el comportamiento del fuego en distintas situaciones que se ven modificadas por las condiciones en las que se encuentra el combustible y la meteorología. Los resultados obtenidos con los últimos modelos de simulación, ilustran el papel que éstos pueden jugar en el apoyo a la toma de decisiones para realizar una gestión de los combustibles mediante una selvicultura preventiva.

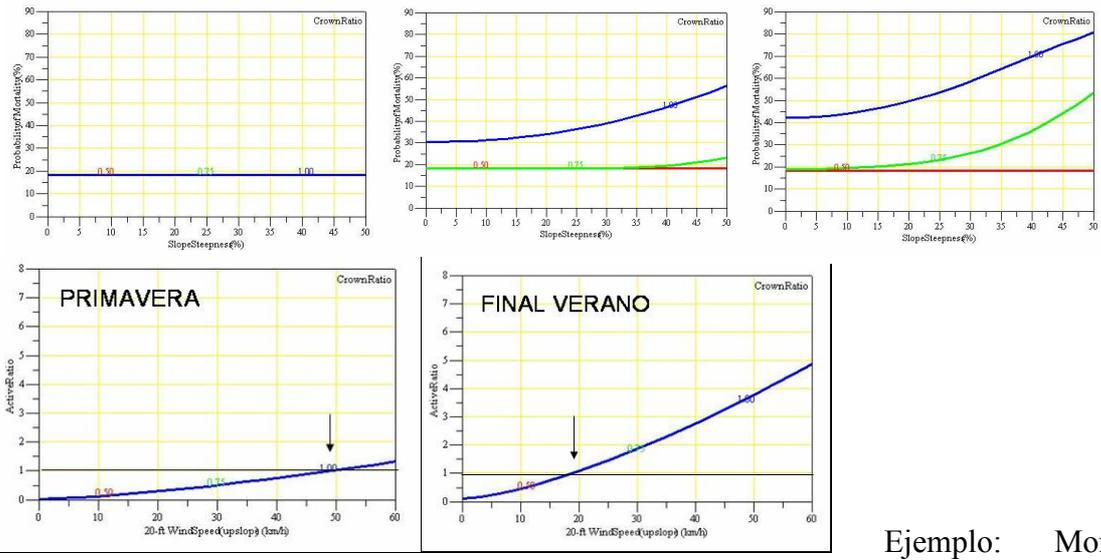
La nueva versión de Behave Plus 3.0.1. (BehavePlus fire modeling system, 2nd Fire Behavior and Fuels Conference, 26-30 March 2007; [www.fire.org](http://www.fire.org)) permite modelizar el comportamiento del fuego y sus efectos. En esta versión incluye el modelo de Rothermel (1991) con una tarifa de propagación obtenida empíricamente del análisis entre velocidad de propagación y un número limitado de observaciones en diversos incendios. En EE UU casi todas las simulaciones emprendidas en cuanto al impacto o eficacia de tratamientos de combustible por fuego se realizan con esta aplicación (o sus derivados: NEXUS, FARSITE, Fuel Management Analyst, etc). El principal problema que presenta es que no ha sido validado en suficientes escenarios de ecosistemas y manejo, y que no considera convenientemente el nivel superficial “duff layer”.

#### Características

<b>DATOS FISIOGRAFICOS:</b>	<b>DATOS CLIMATOLÓGICOS:</b>
<b>Orientación:</b> E	<b>Temperatura media anual:</b> 12-14°C
<b>Pendiente:</b> 5-10%	<b>Precipitación media anual:</b> 600-1000 mm
<b>Altitud:</b> 154 m	

Parcela	Especie	T años	N pies/ha	G m <sup>2</sup> /ha	Dg cm	Hm m	Ho m	Do cm	IH %	V m <sup>3</sup> /ha
<i>Valsera</i>	<i>Pinus pinaster</i>	8,00	1268	5,99	7,76	5,80	7,70	12,60	39,21	21,15

En la siguiente figura se indica el efecto de la intensidad de poda (discontinuidad vertical de combustible; crow ratio) sobre la probabilidad de muerte tras un incendio. La simulación para el modelo de combustible se realiza con viento a 20 km h. Temperatura de 28 °C. y corrección de la velocidad del viento para una masa no cerrada. Las humedades de combustible se introducen para cada fracción (max entre 19 y 28%), incluyendo la humedad de madera y acículas (Max cercana al 200%). A. primeros marzo tras días lluviosos, B. primavera tras días sin lluvia y C. final del verano.



Ejemplo: Monte

Valsera

Recientemente se han desarrollado nuevos modelos para evaluar el peligro de incendio de Copas a través del re-análisis de datos experimentales usados en la iniciación de fuego y propagación (Sistema canadiense FBP). Estos modelos parecen más robustos para predecir que los fuegos de copas.

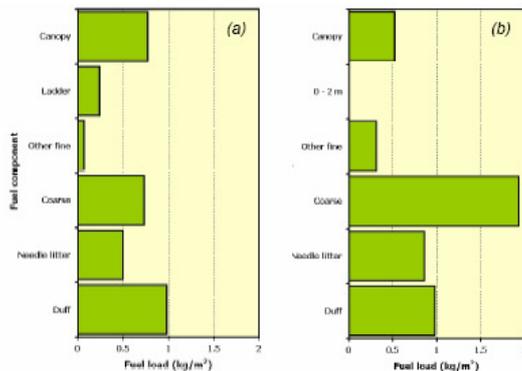
Uno de estos sistemas permite realizar una predicción sobre una amplia gama de situaciones de comportamiento del fuego en combustibles de plantaciones de pinos en relación a distintas condiciones ambientales. El sistema propuesto integra una serie de submodelos que describen características de fuego superficiales y propiedades potenciales (p.ej., el inicio de fuego de copas y la tarifa asociada de extensión del incendio).

Las entradas principales son la velocidad de viento, el contenido de humedad muerto de combustible, estructura del combustible, características de la cama de combustible, la altura y densidad de copa. El uso del modelo se presenta con ejemplos de plantaciones de pino radiata y pino pinaster. Los resultados destacan las interacciones complejas que ocurren entre el comportamiento de fuego y condiciones asistentes de combustible y meteorológicas.

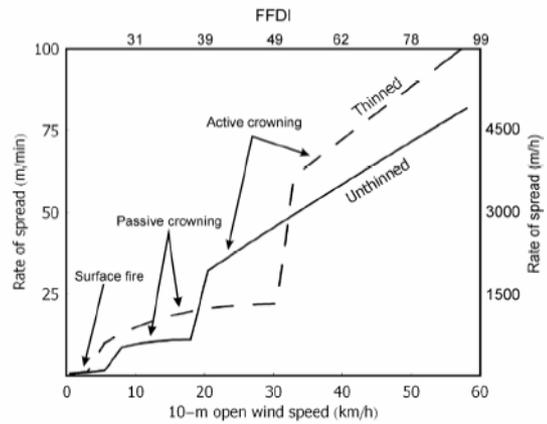
**Table 1.** List of the main fuel and weather input variables required to run the PPPY model system

Variable	Units	Period of change
<b>Fuel complex</b>		
Dead fuel moisture content	% oven-dry weight	Very short
Foliar moisture content	% oven-dry weight	Medium
Available surface fuel load <sup>a</sup>	kg/m <sup>2</sup>	Long
Surface fuel layer depth	m	Long
Fuel strata gap	m	Long
Surface fuel model	--	Long
Canopy bulk density	kg/m <sup>3</sup>	Long
Stand height	m	Long
Stand density	trees/ha	Long
<b>Fire weather</b>		
Wind velocity	km/h	Very short
Air temperature	°C	Very short

<sup>a</sup> Within the present analysis available, surface fuel load corresponds to the fuels consumed in flaming combustion, namely needle litter and small twigs < 6 mm in diameter.

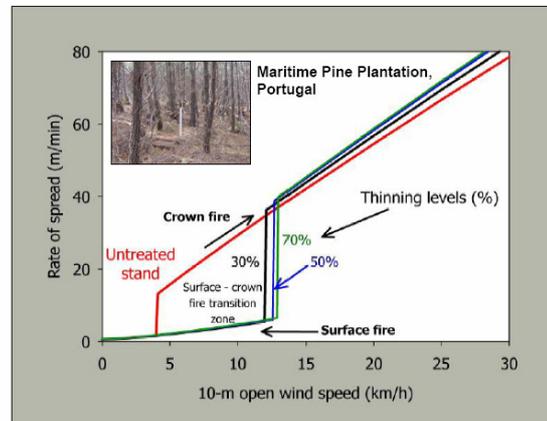


**Figure 2.** Fuel load distribution per fuel complex component (a) before and (b) after treatment (thinning with 50% reduction in basal area) of a 12-year old radiata pine plantation (after Williams 1978).



**Figure 3.** Head fire spread rate as a function of open wind speed for 12-year-old unthinned and thinned (50% reduction in basal area treatment) radiata pine plantation stands as per Williams (1978) (after Cruz et al 2006c). The McArthur (1967) Forest Fire Danger Index (FFDI) calculations are based on an air temperature of 40°C, relative humidity of 20%, and a Drought Factor of 10 (Noble et al. 1980).

### Simulation Using the Models Contained in CF



## Ensayos de podas en plantaciones de *Eucalyptus nitens* ((Deane and Maiden) Maiden).

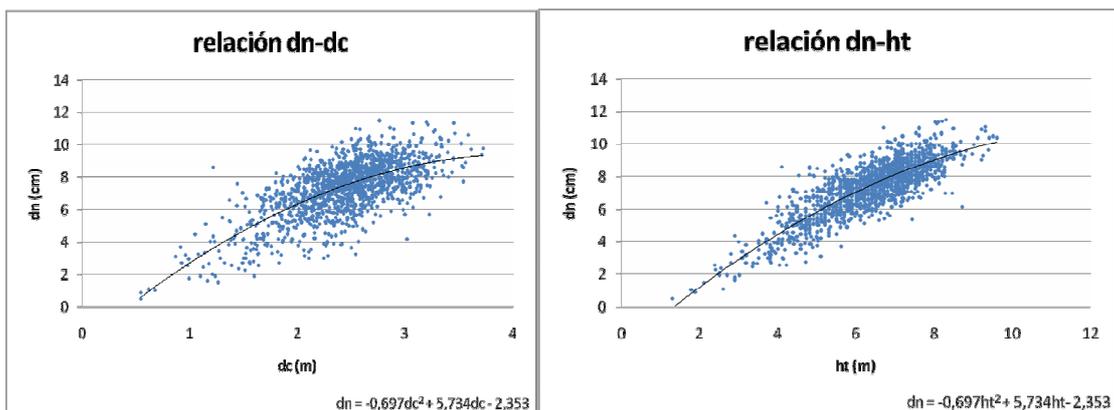
El presente ensayo se realizó en Pastoriza (Lugo), en una plantación de *Eucalyptus nitens* de un año y medio de edad en el momento de la instalación (2006). La parcela cuenta con una superficie aproximada de tres hectáreas y ha sido diseñada para diferentes intensidades de poda de copa viva: 0% (control), 20% (poda débil) y 40% (poda fuerte).

### Resultados

Los resultados mostrados en este apartado se refieren a la situación inmediatamente posterior a la realización de la primera poda, a los 2 años de edad, y a la remediación transcurridos 12 meses, debiendo tenerse presente que los efectos de esta intervención en las masas objeto de estudio no serán definitivos hasta dentro de al menos tres años. El resto de las intervenciones selvícolas diseñadas para este ensayo, distintos tratamientos de clara y segunda intervención de poda, serán efectuadas en un futuro.

- **Resultados primera medición**

### Relaciones entre variables



La relación entre el diámetro normal (dn) y el diámetro de copa (dc) es bastante buena. Su representación forma una nube de puntos que se ajusta bien a la curva. Siendo su índice de correlación bastante elevado ( $R^2 = 0,482$ ), por lo que la ecuación de la curva se podría usar para el cálculo del diámetro normal en función del diámetro de copa. La relación entre el dn y la altura total (ht) es también muy buena, la nube de puntos se ajusta bien a la curva y el índice de correlación es alto ( $R^2 = 0,703$ ). La ecuación de la curva estimará unos valores muy exactos de diámetro normal en función de la altura total.

No se ha encontrado buena relación entre el BIX y el diámetro normal. La relación del BIX con el diámetro de copa es importante, aunque no tanto como para establecer una ecuación de predicción fiable ( $R^2 = 0,339$ ).

- **Resultados segunda medición**

### Comparación de parcelas

#### Incremento de variables por tratamiento:

Parcela testigo	2	6	14	Promedio
$\Delta H_m$ (m)	3,03	2,9	2,7	2,88
$\Delta d_n$ (cm)	3,14	2,92	2,91	2,99
$\Delta d_g$ (cm)	3,24	3,08	2,95	3,09
$\Delta G$ (m <sup>2</sup> /ha)	4,46	4,16	3,74	4,12

Parcela poda debil	3	4	8	10	11	12	Promedio
$\Delta H_m$ (m)	3	3,1	3,01	2,49	3,33	3,06	3,00
$\Delta d_n$ (cm)	3,28	3,12	3,37	3,14	3,17	3,19	3,21
$\Delta d_g$ (cm)	3,35	3,13	3,38	3,21	3,22	3,22	3,25
$\Delta G$ (m <sup>2</sup> /ha)	4,34	3,67	4,18	3,97	4,31	4,10	4,10

Parcela poda fuerte	1	5	7	9	13	15	Promedio
$\Delta H_m$ (m)	3,25	2,35	3,05	2,62	2,91	2,8	2,83
$\Delta d_n$ (cm)	2,95	2,69	3,23	3,15	3,14	3,26	3,07

$\Delta dg$ (cm)	3,02	2,74	3,26	3,19	3,16	3,29	3,11
$\Delta G$ (m <sup>2</sup> /ha)	3,74	2,96	4,51	3,92	4,10	4,20	3,91

Parcela	T	PD	PF
$\Delta Hm$ (m)	2,88	3,00	2,83
$\Delta dn$ (cm)	2,99	3,21	3,07
$\Delta dg$ (cm)	3,09	3,25	3,11
$\Delta G$ (m <sup>2</sup> /ha)	4,12	4,10	3,91

T: tratamiento testigo; PD: tratamiento de poda débil; PF: tratamiento de poda fuerte.  
 $\Delta Hm$  (m): incremento de altura media expresado en metros.  
 $\Delta dn$  (cm): incremento del diámetro normal expresado en centímetros.  
 $\Delta dg$  (cm): incremento del diámetro medio cuadrático expresado en centímetros.  
 $\Delta G$  (m<sup>2</sup>/ha): incremento de área basimétrica expresada en metros cuadrados por hectárea.

**Hm** (altura media): En cuanto a la altura media los dos tratamientos de poda no ha producido ninguna diferencia significativa en el crecimiento en comparación con el tratamiento testigo, aunque si existen algunas diferencias:

- Se produjo un aumento de crecimiento de 12 cm en el tratamiento de poda débil, lo que supone un aumento del crecimiento del 4,2%, en todo caso poco importante.
- La poda fuerte produjo una disminución del crecimiento de 5 cm, que en porcentaje supone una disminución del 1,7%, prácticamente es inapreciable.

**Dn** (diámetro normal): Las diferencias entre tratamientos son poco importantes, pero mayores que en el caso de la altura. La comparación de los dos tratamientos es el siguiente:

- La poda débil supone un aumento del crecimiento en diámetro de 0,22 cm (7,8%). No es un incremento muy importante, pero si apreciable y puede suponer una diferencia clara con los otros dos tratamientos.
- La poda fuerte aumenta el crecimiento 0,08 cm (2,7%), una diferencia poco significativa.

**Dg** (diámetro medio cuadrático): De nuevo las diferencias son poco importantes y la comparación entre tratamientos es similar a las anteriores:

- La poda débil aumenta el crecimiento del dg en 0,14cm (4,5%) (diferencia poco importante).
- La poda fuerte aumenta el crecimiento del dg en 0,02 cm (0,7%), prácticamente inapreciable.

**G** (área basimétrica): La disminución en el aumento del G del tratamiento de poda débil con respecto al testigo es prácticamente inapreciable, es de 0,09 m<sup>2</sup>/ha lo que supone una disminución del 2,16% de G. En el tratamiento de poda fuerte el G se ve mas afectada y la disminución con respecto al tratamiento control es de 0,26 m<sup>2</sup>/ha, es decir, 6,26% menor. Esta es una disminución poco importante. Este tratamiento con respecto al de poda débil solo supone una disminución del 4,18%.

Sería de esperar que los crecimientos siguiesen el mismo patrón en las cuatro variables estudiadas, pero existen ligeras diferencias entre el área basimétrica y las demás variables, que aparentemente se deben a las pequeñas diferencias de densidad y superficie existentes entre parcelas.

## **BIX**

El índice de ramosidad es bastante pequeño, obteniéndose una media de 1,88 cm para todos los árboles podados. Esto es muy importante para evitar heridas de poda demasiado grandes que favorecerían el ataque e infecciones de patógenos al tardar mucho tiempo en cicatrizar la herida y quedar expuesta durante largos periodos.

En este apartado también se puede realizar una comparación por tratamientos, donde se observa que en poda fuerte el BIX medio fue de 2,02 cm mientras que en poda débil el BIX medio fue de 1,74 cm. Como era de esperar el BIX es mayor en las parcelas de poda fuerte, pues se poda el doble de longitud. Pero esta diferencia no es muy acusada, lo que indica la tendencia de las ramas más gruesas a concentrarse en la parte baja del árbol.

## **Altura de poda**

Como se puede apreciar en la gráfica la altura de poda ( $H_p$ ) ha sido insuficiente en ambos tratamientos. La altura de copa muerta ( $H_{cm}$ ) es superior a la altura de poda un año después de su realización, por lo que o bien hay que adelantar la segunda poda o aumentar la altura de esta en la primera intervención.

La poda del 20% de la altura del árbol supone podar solo 1,27 m de media mientras que la altura de copa muerta tras 12 meses es de 3,62 m. Con estos se puede afirmar que la poda baja no tiene sentido hacerla, puesto que la altura de copa muerta rápidamente superara la altura de esta. La poda del 40% de la altura del árbol supone una altura media de poda de 2,55m que sigue siendo algo inferior a la altura de copa muerta transcurridos 12 meses. En este caso el tratamientos sí se podría realizar siempre que la segunda poda se realizará antes de un año, para evitar el corte de ramas muertas.

Observando los datos anteriores, el planteamiento de las podas en este estudio es bastante problemático. Al querer realizar las podas con un año de diferencia a la edad de 2 y 3 años, tendríamos que podar el 56,58% de la altura del árbol en la primera intervención para evitar la existencias de ramas muertas al año siguiente. Podar más del 50% de la altura total supondría pérdidas de crecimiento (Pinkard *et al.*, 1995; Pinkard y Beadle, 1998b; Celhay *et al.*, 1999; Nielsen y Pinkard, 2000).

Una programación más adecuada de la poda sería la realización también de dos intervenciones, pero más cercanas en el tiempo. La primera se realizaría en el segundo año de edad de la planta, como se ha realizado en el estudio, y hasta una altura cercana al 50% de la altura, evitando así pérdidas de crecimiento. La segunda poda se realizaría a los 2,5 años aproximadamente, pues la época de año so ejerce influencia significativa en el nivel de ataque por patógenos (Mohammed *et al.*, 2000), antes de que la altura de copa muerta supere la altura de poda de la primera intervención.

## Área foliar

Se han realizado ajustes por regresión múltiple de distintos modelos que describen las relaciones existentes entre el área foliar y las variables más significativas (dn, Ht y dc). Primero se hizo una comparación de la relación existente entre el área foliar y cada una de las variables, llegando a la conclusión que la mejor relación se da con el dn ( $p=0.1947$ ), siendo también bastante buena con la Ht ( $p=0.2252$ ) y por el contrario, el área foliar apenas guarda relación con el diámetro de copa ( $p$  elevado). Después se relaciona el área foliar con las tres variables al mismo tiempo, pero se obtiene un modelo no válido ya que apenas existe relación ( $p$  elevada). Tras lo anterior se opta por desarrollar un modelo que relaciona el área foliar con el dn y la ht, que resulta ser muy bueno ( $p=0.0018$ ):  $\text{Area foliar} = e^{-1.95097} + \text{Ht}^{1.42546} + \text{dn}^{1.00998}$ .

También se han realizado ajustes por regresión múltiple de distintos modelos que describen las relaciones existentes entre el área foliar podada en cada tratamiento con algunas de las variables más significativas, obteniéndose una ecuación para el tratamiento de poda del 40% de la altura. Como en el caso anterior se desarrollan modelos que relacionan el área foliar extraída con cada variable y de nuevo solo guarda relación con el dn y Ht. El modelo que relaciona el área foliar con dn, Ht y dc tampoco es válido ( $p$  elevada). De nuevo el óptimo resulta ser el modelo que relaciona el área foliar con dn y Ht un ( $p = 0.0943$ ):  $\text{Área foliar} = e^{1.41408} + \text{Ht}^{-1.69365} + \text{dn}^{1.79009}$ .

Para el tratamiento de poda del 20% de la altura se realiza el mismo proceso que en los casos anteriores, pero no se encuentra ningún modelo válido, en todos los casos la relación existente era escasa ( $p$  elevados).

Datos obtenidos con los modelos anteriores en  $\text{m}^2$ :

	IAFext ( $\text{m}^2/\text{par}$ )	IAFT ( $\text{m}^2/\text{arb}$ )	IAFext 40%	% IAFext
T	16,72	16,17		
PF	7,01	15,98	15,98	48,21
PD	4,07	15,04		30,60

IAFext ( $\text{m}^2/\text{par}$ ): índice de área foliar extraída expresada en metros cuadrados por parcela

IAFT ( $\text{m}^2/\text{arb}$ ): índice de área foliar total expresado en metros cuadrados por árbol.

IAFext 40%: índice de área foliar calculado con la ecuación obtenida de los datos de la extracción efectuada con la poda del 40% de la altura del árbol.

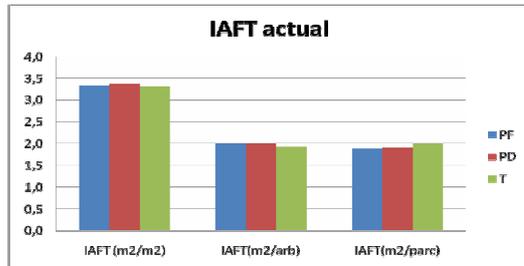
% IAFext: porcentaje de índice de área foliar extraída.

Es de gran importancia el dato de área foliar extraída, pues es lo que va a influir en el crecimiento. En los dos tratamientos de poda, el porcentaje de área foliar que se extrae es superior al porcentaje de altura podada, siendo mayor la diferencia en el tratamiento del 20%. Esto demuestra la existencia de una mayor concentración de área foliar en la base del árbol. El área foliar media por árbol es de  $15,69 \text{ m}^2$  y por parcela de  $1516,20 \text{ m}^2$ . Usando los porcentajes de área foliar extraída calculados anteriormente se obtiene unos valores medios de área foliar extraída por parcela: Para el tratamiento de poda del

40% se extraen 7,79 m<sup>2</sup> por árbol y 737,12 m<sup>2</sup> por parcela mientras que para el tratamiento de poda del 20% se extraen 4,8 m<sup>2</sup> por árbol y 444,37 m<sup>2</sup> por parcela.

### Área foliar actual

Para el cálculo de área foliar actual se ha usado la formula desarrollada por Fernando Muñoz Sáez en su tesis doctoral:



$$IAFT = 2,601257 - 0,103384 DT + 0,271318$$

DBCV

IAFT: índice de área foliar por unidad de proyección de copa viva expresado en m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>.

DT: diámetro de tocón en cm.

DBCV: diámetro del tronco en la base de la copa viva.

Como se puede observar apenas existen diferencias significativas entre los tratamientos. Las diferencias son mínimas entre los tratamientos de poda fuerte y de poda débil mientras que sí se podría diferenciar un poco el tratamiento testigo; donde parecen ser sus valores algo menores cuando el IAFT se relaciona con variables unitarias, los dos primeros casos, y mayor cuando se relaciona con la parcela. Esto, al igual que en el caso de los crecimientos, se puede deber a la mayor densidad de las parcelas con tratamientos testigo.

### Variación de área foliar

Se realiza una comparación de los índices de área foliar iniciales y el actual para comprobar como ha variado esta por parcela y si esta variación depende del tratamiento aplicado.

Calculando la variación de área foliar por parcela, usando los valores antes de poda y actuales, se puede observar que en todos los casos esta ha aumentado claramente. Este aumento no sigue un patrón claro y varía mucho de unas parcelas a otras independientemente del tratamiento. El aumento es prácticamente igual en los tratamientos de poda fuerte y el testigo. En el tratamiento de poda débil ha aumentado claramente más el índice de área foliar que los otros dos tratamientos. Estos resultados también se pueden deber a la mayor densidad de las parcelas del tratamiento control, pues sería de esperar un aumento del IAFT similar en las parcelas de tratamientos testigos y de poda débil y menor en las de poda fuerte.

### DOO-DOS

Como era de esperar el máximo diámetro sobre herida de poda (DOS) ha aumentado en todos los casos. En prácticamente todos los casos, las heridas de poda sobre las que se han medido se han cicatrizado completamente, por lo que esta medición se puede considerar como el DOO (máximo diámetro sobre herida de poda ocluida). Por lo tanto

el DOO es el diámetro del cilindro central con defectos, que no se podrá aprovechar para usos de alta calidad. El DOO medio es de 13,42cm y varía en la mayoría de los casos entre los 8 y 15 cm.

El DOS medio es de 11,56 cm, lo que supone prácticamente un aumento de 2cm en diámetro para la oclusión de las heridas de poda y alcanzar así el DOO (13,42 cm). Este aumento en diámetro no depende del DOS inicial, es similar para los árboles de mayor y los de menor diámetro. Esto se puede observar en la gráfica donde la recta ajustada a los datos es paralela a la recta representativa de un  $DOS=DOO$  y la separación entre ellas es aproximadamente de 2cm, manteniéndose constante. La diferencia entre el  $DOS=DOO$  varía entre los 0 y los 4 cm siendo mayores las variaciones cuanto mayor son los diámetros iniciales del DOS aunque la media se mantiene constante.

### **Heridas de poda**

Las heridas de poda inferiores a 1,2 cm han cicatrizado en su totalidad. En el segmento de diámetros que va de 1,2 a 3 cm la cicatrización es completa en aproximadamente el 50% de los árboles, entre los 3 y los 4 cm la cicatrización es parcial en la mayoría de los casos y con heridas de poda iniciales superiores a 4 cm la cicatrización no es completa en ningún caso.

Teniendo en cuenta que el tiempo transcurrido entre la poda (primera medición) y la segunda medición ha sido de un año, se puede considerar esta cicatrización como la correspondiente ha este periodo. Se puede usar la ecuación  $da=0,497di - 0,661$  para calcular la parte de la herida de poda que se ha cicatrizado en un año.

### **Referencias bibliográficas**

ALEXANDER, M.E. 2006. Forest health: Fire behavior considerations. *in* Appendix – DVD, Proceedings of the Post-harvest Stand Development Conference, Edmonton, Alberta, 31 January – 1 February 2006. Sponsored by Foothills Model Forest, Foothills Growth and Yield Association, Alberta Forest Genetic Resources Council, and Forest Resources Improvement Association of Alberta. Foothills Model Forest, Hinton, Alberta. 56 p.

ALEXANDER, M.E.; CURZ, M.G. Y LOPES, A.M.G. 2006. CIFS: A software tool for simulation crown fire initiation and spread. V International Conference on Forest Fire Research D. X. Viegas (Ed.), 2006.

BALBOA-MURIAS, M.; ÁLVAREZ GONZÁLEZ, J.G.; RODRÍGUEZ SOALLEIRO, R. Y MERINO, A. 2006. Temporal variations and distribution of carbon stocks in aboveground biomass of radiata pine and maritime pine pure stands under different silvicultural regimes. *Forest Ecology and Management*.

BIER, H. 1986. Log quality and the strength and stiffness of structural timber. *New Zealand Journal of Forestry Science*. 16 (2): 176-186.

CELHAY, J.A., P. BONNEFOY y F. RIQUELME. Efecto de la intensidad de poda sobre el crecimiento de *E. nitens*. En actas: Realidad y potencial de Eucalipto en Chile: cultivo silvícola y su uso industrial. Silvotecnología XII, simposio IUFRO. 26-28 agosto 1999, Concepción, Chile, p. 119-138.

Fernando Muñoz- TESIS??

- JARVIS P.G. Y LEVERENZ, J. 1983. Productivity of temperate deciduous and evergreen forests. LANGE OL, NOBEL PS, OSMOND CB, ZEIGLER H, Editor. Encyclopaedia of Plant Physiology New Series. Volume 12D. Berlin: Springer-Verlag. p 234-80.
- KOZLOWSKI, T.T.; KRAMER, P.J. Y PALLARDY, S.G. 1991. The Physiological Ecology of Woody Plants. Academic Press, San Diego, CA.
- METHOL, R. 2002. Evaluación de la intensidad de poda en el crecimiento de rodales de *Eucalyptus grandis*. Programa Nacional Forestal. Serie de Actividades de Difusión N°303. Uruguay. p. 14-20.
- MOHAMMED C, BARRY K, BATTAGLIA M, BEADLE CL, EYLES A, MOLLON A, PINKARD EA. 2000. Pruning associated stem defects in plantation *E.nitens* and *E. globulus* grown for sawlog and veneer in Tasmania, Australia. In The future of eucalypts for wood products. International Union of Forest Research Organisations Conference Proceeding, Launceston, Australia
- MUÑOZ RIVEROS, C.; CANCINO, J. Y ESPINOSA, M. 2005. Análisis de biomasa del vuelo de un rodal adulto de *Pinus radiata*. Bosque (Valdivia). V.26 n.3 Valdivia dic. 2005. p. 33-44.
- NEILSEN, W. AND E. PINKARD. Developing silvicultural regimes for sawlog and veneer production from temperate eucalypt plantations in Tasmania. In: The Future of *Eucalypts* for wood products. Eds. L Henderson, G Waugh, G Nolan and P Bennett. Proceedings of IUFRO Conference, 19-24 March 2000, Launceston, Australia, p. 335-348.
- PARK, J.C. 1980. A grade index for pruned butt logs. NJFS. 10 (2): 419-438. Rotorua. New Zealand.
- PARK, J.C. 1982. Occlusion and the defect core in pruned radiata pine. FRI Bulletin 2: 1-15. NZFS. Rotorua. New Zealand.
- PINKARD, E., C. BEADLE, N. DAVIDSON AND M. BATTAGLIA. Changes in crown productivity and stem growth of *Eucalyptus nitens* in response to green pruning. In *Eucalyptus* plantations: Improving Fibre Yield and Quality. Eds. Potts B M, Borralho N M G, REID J B, CROMER R N, TIBBITS W N, RAYMOND C A. Proceedings CRCTHF - IUFRO Conference, Feb 19-24, 1995. Hobart, Australia, p. 377-378.
- PINKARD, E.A. Y BEADLE, C.L. 1998. Effects of green pruning of growth and stem shape of *Eucalyptus nitens* (Deane and Maiden) Maiden. New For. 15: 107-126. Private Forest Tasmania. 2004. Farm Forestry Series Radiata Pine Pruning for Clearwood. Web: <http://www.privateforests.tas.gov.au>
- REY, C.; BRAÑAS, J.; RODRÍGUEZ SOALLEIRO, R. Y MERINO, A. 2001. Biomasa y acumulación de nutrientes en plantaciones de *Pinus radiata* D. Don del norte de España. Actas del III Congreso Forestal Español "Sierra Nevada 2001". Granada, 25-28 septiembre 2001. Mesas 1 y 2: 500-504.
- ROTHERMEL, R.C. 1991. Predicting behaviour and size of crown fires in the northern Rocky Mountains. USDA Forest Serv. Res. Pap. INT-115.

# CALIDAD MECÁNICA DE LA PLANTA FORESTAL DE VIVERO

<sup>1</sup>Lario, F.J., <sup>2</sup>Rodríguez R.

<sup>1</sup>Departamento de Mejora Agroforestal. Maceda (Ourense). Dirección Técnica. Tragsa

<sup>2</sup>Departamento de Producción Vegetal. Escuela Politécnica Superior de Lugo.  
Universidad de Santiago de Compostela

## Antecedentes

La cadena bosque – industria produce en España cerca de 12.000 millones de € y sostiene más de 200.000 empleos. Las coníferas de crecimiento rápido, que ocupan algo menos del 7% de la superficie arbolada, suponen el 36% de la producción de madera, y sostienen a una parte importante de la industria forestal (Varios, 2.000).

La producción actual de madera cubre sólo el 60% de las necesidades del país, existiendo posibilidades de ampliarla fundamentalmente a partir de terrenos excedentes de la agricultura, que en parte son aptos para producciones forestales, tanto intensivas como de especies de crecimiento lento y alta calidad de madera. Esta ocupación permitiría además obtener dos importantes ventajas desde el punto de vista medioambiental: evitaría la derivación de parte de esta demanda no cubierta hacia los bosques tropicales y disminuiría de la presión sobre los bosques naturales (Varios, 2.000).

La práctica totalidad de la superficie cubierta por coníferas de crecimiento rápido en España lo está por dos especies: *Pinus pinaster* y *P. radiata*. Sólo en Galicia, entre las 5 campañas de repoblación comprendidas entre los años 96/97 y 2.000/01 se plantaron más de 84 millones de plantas de estas dos especies, a partes prácticamente iguales (49% *P. pinaster*, 51% *P. radiata*). Durante las campañas 97/98 y 98/99, el 75% de las plantas de *P. radiata* y el 90% de las de *P. pinaster* se cultivaron en contenedor, aunque esta proporción habrá disminuido en la actualidad precisamente debido a los problemas de estabilidad de las plantas (Álvarez, 2.002). No obstante, las empresas de servicios forestales de la región prefieren en general las plantas en contenedor, por las mayores supervivencias, la ampliación de la época de plantación y los mayores crecimientos.

De acuerdo con los datos de O Monte Galego en Cifras (Xunta de Galicia, 2001), las plantaciones de *Pinus pinaster* ocupan en Galicia una superficie total de 383.631ha. La superficie repoblada con esta especie se estima en torno a 6.825 ha por año, con una evolución ascendente que la coloca entre las tres especies más comúnmente usadas, junto con *Pinus radiata* D. Don y *Eucalyptus globulus* Labill, en los programas de reforestación, especialmente en aquellos desarrollados sobre tierras agrícolas abandonadas (Álvarez et al., 2001). El pino gallego, que vuelve a ser actualmente la especie más plantada en Galicia, tiene una especial relevancia productiva en esta comunidad. La silvicultura practicada es muy variada, y las formas de masa existentes pueden proceder tanto de plantaciones como de regeneración natural. Los turnos aplicados oscilan en general entre 30 y 45 años, destinándose la madera a las industrias de tablero, aserraderos o para la producción de chapa.

Parte de la importante expansión de *Pinus pinaster* en Galicia se debe a su extraordinaria adaptación a suelos de escasa fertilidad y arenosos. Aunque esta especie se ha considerado tradicionalmente como una especie frugal, su empleo en plantaciones ha descendido a favor de especies de más rápido crecimiento en Galicia y la cornisa

cantábrica, principalmente *Pinus radiata* o *Eucalyptus globulus*. Sin embargo, la reciente sensibilidad de ambas a problemas sanitarios o los importantes requerimientos nutricionales que presentan (Sánchez Rodríguez et al, 2002; Merino et al, 2003) han generado una política de promoción del pino del país o incluso de transformaciones de eucaliptares, con líneas de ayudas específicas asociadas. *Pinus pinaster* se ha considerado asimismo una especie a emplear en la restauración de áreas muy degradadas afectadas por grandes incendios. Esa situación justifica la necesidad de contar con herramientas que permitan apoyar el proceso de elección de especie y evaluar los crecimientos esperables en relación al estado nutricional de las plantas.

A pesar de la importancia socioeconómica de estas especies, aspectos como la calidad genética, morfológica y fisiológica de los materiales de reproducción y las técnicas de repoblación empleadas presentan lagunas que precisan ser resueltas para conseguir incrementar la producción y optimizar la calidad de la madera obtenida.

### **Repercusión del problema**

Nuevos problemas de vuelco se han observado a partir del segundo o tercer año de implantación en monte en masas de *Pinus pinaster* Aiton y *Pinus radiata* D. Don, en el norte de la Península Ibérica, en la zona atlántica. En concreto, en Galicia y en el País Vasco se han encontrado los siguientes síntomas: 1) árboles inclinados, pero no desarraigados ni arrancados; 2) aparición de un hueco entre el suelo y el cuello de la raíz debido al bamboleo de la planta por el viento

Síntomas similares se han encontrado en *Pinus pinaster* en Las Landas, Francia, (AUBERLINDER, 1982), en *Pinus radiata* en Canterbury, Nueva Zelanda (BALNEAVES & DE LA MARE, 1989), en *Pinus contorta* en la Columbia Británica (KRASOWSKI et al., 1996), en *Pinus sylvestris* en Suecia (LINDSTRÖM & RUNE, 1999) y en *Pseudotsuga menziesii* en Irlanda (SUNDSTRÖM & KEANE, 1999).

Por otra parte, se han observado signos de recuperación de la verticalidad del árbol pero conservando una o más curvaturas en la base del tronco, en función de si ha sufrido uno o más episodios de vuelco y sucesivas recuperaciones de la verticalidad (LINDSTRÖM & RUNE, 1999). Estas curvaturas podrían disimularse con el engrosamiento del tronco en etapas posteriores.

La pérdida de calidad tecnológica de la troza basal, los posibles efectos sobre la supervivencia a medio y largo plazo, y el riesgo de accidentes de derribos de masas adultas justifican la incorporación de los conocimientos disponibles sobre calidad mecánica de la planta y de las plantaciones ejecutadas a las prácticas forestales, y a la legislación.

A finales de los años 90 este problema creó una gran alarma entre los viveros, empresas de servicios y en la propia administración. En el año 2.000, la Asociación de Viveros Forestales de Galicia (VIFOGA), apoyada por TRAGSA, organizó unas jornadas para tratar el problema, y se decidió la colaboración entre VIFOGA y la Xunta de Galicia para la búsqueda de soluciones. Unas jornadas similares fueron organizadas por el Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Forestales de Galicia en 2.001. En el Congreso Forestal Español celebrado este mismo año en Granada, se presentaron dos comunicaciones sobre este tema, redactadas por el CIF de Lourizán (Cifuentes *et al*, 2001) y por la Unidad de Viveros de TRAGSA (Ocaña *et al*, 2001), respectivamente.

### **Magnitud del problema**

Los problemas detectados que podrían derivar de malas prácticas de cultivo, mal diseño del contenedor o malas prácticas de preparación del suelo y plantación son inestabilidad de las plantas y correspondiente inclinación por empuje del viento o mortalidad derivada de problemas sanitarios. Los datos que se presentan a continuación se refieren específicamente a inclinación y rectitud.

En un estudio de 35 parcelas establecidas en plantaciones de *Pinus pinaster* en terrenos agrícolas abandonados en toda Galicia, con edades próximas a los 10 años, de las que 30 correspondieron a planta en envase y 5 a planta a raíz desnuda, se obtuvieron los siguientes valores medios de inclinación y rectitud de fuste:

Tipo de planta usado	Árboles rectos	Árboles con inclinación ligera, de menos del 30%	Árboles con inclinación fuerte, de más del 30%	Árboles sin curvatura	Árboles con curvatura ligera, inferior al dn	Árboles con curvatura superior al dn
Contenedor	21 %	53,9 %	24,5 %	48,4 %	35,5 %	17,1 %
Raíz desnuda	27,3 %	56,6 %	16,1 %	61,9 %	26,3 %	11,8 %
Total	22,2 %	54,6 %	22,7 %	49,9 %	35,1 %	15,8 %

Se aprecian por tanto mayores porcentajes de arbolado con problemas graves de inclinación y rectitud cuando se ha empleado planta en contenedor, aunque parecen porcentajes asumibles y que podrían extraerse en la primera clara.

En 10 parcelas plantadas en envase en las que se realizaron asimismo mediciones, de forma previa al grupo de 35 anterior, los resultados fueron similares, ya que como media un 42,1% de los pies eran rectos, 35,7% presentaban inclinación ligera y un 22,1% tenían inclinación fuerte.

### **Definición técnica del problema**

Para la determinación del proceso que subyacía en las inclinaciones observadas, se realizaron trabajos de evaluación de relación entre parámetros radicales y de forma de fuste de árboles de *Pinus pinaster* Aiton juvenil.

Inicialmente se llevaron a cabo en una plantación piloto en Banbe (Ourense) y finalmente se extrajeron árboles completos en un total de 12 plantaciones en Galicia.

Se realizaron mediciones dasométricas de 24 árboles, incluyendo la medición de la inclinación sobre la vertical al suelo, y la rectitud de la troza basal.

Las plantaciones estudiadas estuvieron formadas por plantaciones entre los 200 y 425 cm de altura de media. Sólo una de ellas, de las primeras en extraerse, alcanzó los 800 cm pero las dificultades de la propia extracción hicieron recomendable el limitar la altura de las plantaciones estudiadas.

Del estudio de la parte aérea, entre otras conclusiones, se encontró que había relación entre la inclinación de los árboles y la rectitud de la troza basal. Los árboles que obtenían mayor valoración en el parámetro inclinación, tenían a su vez menor rectitud de la troza basal.

En cada una de las plantaciones se seleccionaron 12 árboles verticales y 12 árboles inclinados, que se medían, se extraían sus raíces y se valoraba la capacidad mecánica de sujección.

Se analizaron todas las raíces del sistema radical, clasificándolas en función de la rigidez y la orientación con respecto a la inclinación, y se midieron sus dimensiones de longitud, diámetro basal y apical.

Con estos datos se calculó un índice de la capacidad de sujeción de la parte de la raíz considerada, y que se expresa en superficie (mm<sup>2</sup>).

Para la plantación piloto, situada en Bande, se concluyó que las raíces responsables de la intensidad de la inclinación y rectitud eran las de raíces geotrópicas y rígidas, el 63.1 por ciento de toda la superficie de sujeción de la raíz. Por otro lado, las raíces flexibles trabajando en tracción orientadas hacia la dirección de caída y perpendicular a ésta suponían el 36.9 por ciento de la total.

Finalmente, se realizó un análisis de regresión por eliminación progresiva entre el valor de la inclinación y rectitud y las superficies de transmisión de fuerzas con un  $r^2$  máximo de 93,24 y 91,75 por ciento, respectivamente.

Estos resultados se repitieron para el conjunto de las 11 plantaciones prospectadas, Fig 1.

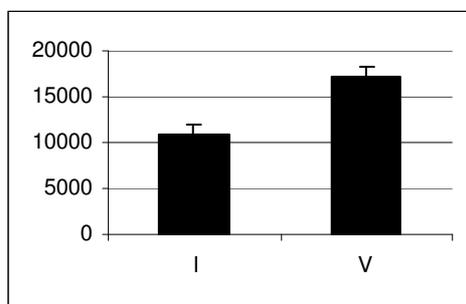


Fig 1.- Índice de sujeción (mm<sup>2</sup> de superficie de sujeción) de las raíces orientadas geotrópicamente en profundidad para árboles inclinados (I), y para árboles verticales (V), de 12 plantaciones de la CA de Galicia.

Por otro lado, de la observación de las plántulas de los rizotrones de simulación de regeneración natural, se distingue, frecuentemente, una raíz principal, al tacto rígida, con un diámetro próximo al del cuello de la raíz. Una zona de rápida reducción del diámetro de dicha raíz principal, y una zona flexible de gran longitud que llega hasta el meristemo de crecimiento primario. Por otra parte, se observa un número variable de raíces secundarias, flexibles o poco rígidas cuyos puntos de inserción se distribuyen por toda la raíz principal, tanto en la zona rígida, como en la zona flexible.

En el caso de los rizotrones de simulación de trasplantes de planta cultivada en envase se observa, también, una raíz principal, prolongación del tallo, en la que se distinguen las mismas 3 zonas que en la planta de regeneración natural. Se diferencia de la planta de regenerado natural en que las longitudes de las 3 zonas son bastante más reducidas. Por contra, el número de raíces secundarias existente es muy superior al de regeneración natural, al menos en la zona de menor profundidad del suelo, dando un aspecto de mayor densidad de raíces.

Todo ello, indicó que de ser necesario, tanto la producción como el control de la calidad mecánica de la planta forestal de vivero debería centrarse en el desarrollo en profundidad y grosor de las raíces de mayor dimensión observadas en las plántulas de vivero.

### **Recomendaciones de cara a la producción de planta de calidad de vivero**

Dentro de la estrategia de Tragsa-DMA de investigación de la calidad de forma de la base de fuste en plantaciones juveniles de *Pinus pinaster* Aiton en campo, se estudió el cultivo de planta de 1 savia en vivero. El material vegetal utilizado fué de la región de procedencia Noroeste Litoral, en concreto de catalogado como Material Forestal de Reproducción Cualificado. Se trabajó con este material puesto que se partía de la base de que las mejores estaciones ecológicas y el material genético con mejor respuesta en crecimiento sería más susceptible de mostrar inclinaciones.

Para ello, se produjo planta en 16 sistemas de cultivo distintos siguiendo una disposición de los distintos cultivos completamente aleatorizada.

La planta se sembró el mismo día y la fertilización y riegos fueron los mismos para todo el ensayo.

Los tratamientos del ensayo comprendieron envases de plástico termoformados y rígidos, con volúmenes desde 110 hasta 275 cm<sup>3</sup>, de repicado lateral y/o basal por aire, y raíz desnuda, Tabla 1.

Además, la toma de datos se realizó en 3 momentos distintos de la temporada de plantación, con el objetivo de caracterizar esquemas de cultivo de 16, 26 y 36 semanas.

Tabla 1.- Caracteres de diseño de los SIST estudiados

ID SIST	PORCENTAJE DE SUPERFICIE LATERAL REPICANTE (PSLR)	VOLUMEN DEL ALVÉOLO (VAL) cm <sup>3</sup>	ALVEOLO ALTURA (PAL) (mm)	DENSIDAD CULTIVO (DEN) (ud/m <sup>2</sup> )	DIÁMETRO DE LA BOCA DEL ALVEOLO (DB0m) (mm)	CANTIDAD COSTILLAS O DEFLECTORES INTERIORES (CCD) (uds)	SECCIÓN BOCA ENVASE/ÁREA CIRCUNFERENCIA QUE CIRCUNSCRIBE (SB/ACC) (tanto por uno)	FORMA ALVEOLO SUPERIOR-INFERIOR	ADAPTACIÓN / OBSERVACIONES
A	0	115	87	521	50,7	4	0,64	CUADRADO -CÍRCULO	-
B	0	150	113,4	577	56,1	14	0,64	CUADRADO - CUADRADO	-
C	0	150	113,4	577	56,1	14	0,64	CUADRADO - CUADRADO	Se cortaron los últimos 3 cm antes de la plantación
D	0	150	113,4	577	56,1	14	0,64	CUADRADO - CUADRADO	Se cultivó sobre un cajón lleno de sustrato turba:vermiculita 80:20 y 15 cm de profundidad
E	0	150	130	482	42,0	6	1,00	CÍRCULO-CÍRCULO	-
F	0	200	154,5	272	62,8	12	0,64	CUADRADO - CUADRADO	-
G	0	200	154,5	272	62,8	12	0,64	CUADRADO - CUADRADO	Se cortaron los últimos 3 cm antes de la plantación
H	4	200	150	393	56,4	8	0,64	CUADRADO -CÍRCULO	-
I	4	275	129	297	67,6	8	0,64	CUADRADO - CUADRADO	-
J	14	120	109,15	524	47,0	0	0,64	CUADRADO - CUADRADO	-
K	19	220	126	274	60,4	16	0,64	CUADRADO - CUADRADO	-
L	20	110	100	529	49,5	6	0,64	CUADRADO - CUADRADO	Las raíces laterales continuaban su desarrollo horizontalmente en alvéolos contiguos
M	40	275	140	226	50,0	17	1,00	CÍRCULO-CÍRCULO	El soporte de los alveolos producía un efecto de refracción de la luz sobre las plántulas

ID SIS T	PORCENTAJE DE SUPERFICIE LATERAL REPICANTE (PSLR)	VOLUMEN DEL ALVÉOLO (VAL) cm <sup>3</sup>	ALVEOLO ALTURA (PAL) (mm)	DENSIDAD CULTIVO (DEN) (ud/m <sup>2</sup> )	DIÁMETRO DE LA BOCA DEL ALVEOLO (DB0m) (mm)	CANTIDAD COSTILLAS O DEFLECTORES INTERIORES (CCD) (uds)	SECCIÓN BOCA ENVASE/ÁREA CIRCUNFERENCIAL A QUE CIRCUNSCRIBE (SB/ACC) (tanto por uno)	FORMA ALVEOLO SUPERIOR-INFERIOR	ADAPTACIÓN / OBSERVACIONES
N	100	110	115	247	50,0	0	1,00	CÍRCULO-CÍRCULO	-
O	100	-	-	125	-	-	-	-	Se cultivó sobre un cajón lleno de sustrato turba:vermiculita 80:20 y 15 cm de profundidad y tuvo 2 repicados con pala plana. En la extracción se repico primero y sacudió la turba para su trasplante posterior
P	100	-	-	-	-	-	-	-	CONTROL. Semillado directo en la maceta de 40 l

La planta así cultivada se instaló en 3 parcelas de campo de condiciones ecológicas contrastadas del Noroeste de la Península Ibérica, y en un ensayo en macetas de 40 l mantenido en vivero, en un área exterior muy expuesta a vientos.

En el caso de las parcelas de ensayo 2, Monte de Ínsua y San Cristovo de Tapia I y II, se encuentran en el termopiso termotemplado, otras 2, Toén y Parderrubias, en el mesotemplado y otras 2, Monte do Cabezo y Bande, en el supramediterráneo

Tabla 2: Rango de precipitación en las parcelas de ensayo.

Ombrotipo	Precipitación media anual	Parcelas de ensayo
Húmedo	900 – 1.400	Monte do Cabezo
Hiperhúmedo	>1.400	San Cristovo de Tapia, Monte de Insua

Como se aprecia en el mapa correspondiente 2 de las parcelas de ensayo, Monte do Cabezo y Bande, pertenecen a la Región Mediterránea y el resto se encuentran incluidas en la Eurosiberiana.

Tabla 3.- Fitoclimas de las parcelas de ensayo.

Parcelas de ensayo	Tipo Fitoclimático
San Cristovo de Tapia	VI (V). Nemoral genuino sublauroide
Monte de Insua	VI (V). Nemoral genuino sublauroide
Monte do Cabezo	VI. Nemoral genuino típico

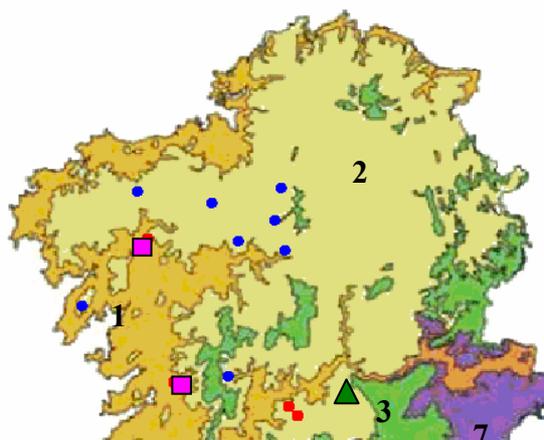


Fig 2.-: Tomado de Ramil et al. (2002): termotemplado (1), mesotemplado (2), supratemplado (3), orotemplado (4), mesomediterráneo (5), supramediterráneo (6), oromediterráneo (7). Parcelas de ensayo (■), parcelas de extracción (● ●), vivero (▲)

Se realizaron mediciones de desviación de la vertical a los tres y cuatro periodos vegetativos tras la siembra en vivero, y por tanto, 2 y 3 años tras la plantación en maceta.

#### *Resultados de la inclinación en el campo*

El crecimiento anual en altura en las parcelas de campo, fue muy inferior a los presentados en el ensayo de vivero (Tabla 4), como cabía esperar, puesto que éste último se fertilizó y regó en niveles supuestos por encima de las disponibilidades de campo. Hay que hacer notar que comparando entre parcelas, la parcela de Monte da Ínsua, fue la que creció más rápidamente. La parcela de Ames, también en clima costero, fue la que tuvo el segundo crecimiento mejor, confirmando que los menores crecimientos se dan en climas con tendencia continentales y mediterráneos, representados en la parcela de Vendas da Barreira.

Comparando únicamente la parcela de Monte da Ínsua y el ensayo de macetas del vivero en Ourense, mostró como resultado mayores incrementos anuales, de nuevo, en el ensayo de vivero, a pesar del clima continental de éste último, y también, mayores índices de esbeltez.

Todo ello, hace suponer que, a priori, el ensayo de Maceda debería ser más sensible al vuelco tanto por ofrecer un mayor momento de vuelco, como por generar menores crecimientos en grosor del tallo, que al enterrarse en mayor o menor medida están aportando o quitando estructura rígida de sujeción en el suelo.

Según el índice de medidas del árbol en el momento del vuelco (Tabla 4), la primera inclinación marcada por la posición del primer cambio de dirección del árbol se habría producido en el mismo momento para la parcela de Pontecaldelas y para el ensayo de vivero. Es decir, en otoño de 2004, independientemente y como media del nivel de desarrollo morfológico conseguido una vez plantados.

Se observaron también, que rodales dentro de las plantaciones de ensayo, presentaban estados de inclinación por parches. Frente a los otros condicionantes culturales estudiados (sistema de cultivo, fecha de plantación, estación forestal, preparación del terreno) este efecto parche fue mucha más fuerte.

Tabla 4.- Caracterización de la estación ecológica de vegetación de los ensayos de campo y vivero. FS: fecha de siembra; PM: período de medición; h: altura en cm;  $\Delta h/a$ :

Incremento anual de la altura en cm; Ie: índice de esbeltez en cm/cm; Itv: índice medidas de la planta antes del vuelco.

Estación	FS	PM	h (cm)	$\Delta h/a$ (cm/año)	Ie (cm/cm)	Imv (uds)
Monte de Ínsua (PO)	15/7/2002	agosto 2006	153,9 $\pm$ 34,3	37,65 $\pm$ 8,5	47,0	1,31
Ames (C)		agosto 2005	112,3 $\pm$ 28,1	36,37 $\pm$ 11,2	-	-
Vendas da B. (OU)		diciembre 2006	122,55 $\pm$ 40,9	27,19 $\pm$ 7,8	-	-
Maceda (OU)		octubre 2004	161,3 $\pm$ 27,1	70,00 $\pm$ 15,5	-	-
		julio 2005	205,6 $\pm$ 27,4	-	53,8	1,44

### *Evolución de la inclinación en la estación de cultivo vivero*

Se muestra la evolución de la clasificación de los sistemas de cultivo plantados en las macetas de 40 litros, tras 3 primaveras en la primera medición y tras 4 primaveras en la segunda medición. Aparecen 2 claros grupos diferenciados por la posición media en el ranking de medias. Éstos están determinados porque no presentan modificaciones en la composición de los mismos entre ambas fechas. La raíz desnuda, O, y el envase A, determinarían el límite entre ambos grupos. Los sistemas de cultivo englobados en el grupo de peor comportamiento tienen un máximo de 200 cc y no son rejillados, con la excepción del envase J, cuyas rejillas son tan pequeñas que podrían no tener un efecto significativo como tal. El volumen 200 cc viene representado por un envase con ventanas de repicado en la base del mismo. El mejor de los grupos presenta volúmenes mínimos de 200 cc en envases sin rejillas, y volúmenes de 110 cc en envases con rejillas. El sistema de cultivo E se confirma como el que peor influencia tiene sobre la verticalidad en ambas mediciones.

En cuanto a la variación en el ranking, hay que señalar que ambas mediciones se hicieron sobre la misma planta y supuesta la misma capacidad de enderezamiento para todos los árboles la variación dependería de la evolución del anclaje debida al crecimiento radicular ya que el sustrato también fue el mismo en todos los casos. Los envases M, I, y D se colocaron en la tercera, segunda y primera posición del ranking tras un periodo vegetativo, respectivamente. Los envases M e I, son envases relativamente largos, y estrechos. El sistema de cultivo D emplea un envase de 150 cc, similar al B, sobre una cama de cultivo evitando así el repicado aéreo continuo de los cultivos forestales. Por otra parte, el semillado directo P, el rejillado L de 110 cc, y los envases F y H, ambos de paredes sin rejillas, y de 200 cc, empeoraron su posición en el ranking. Por tanto, el proceso de anclaje se encontraría determinado por el desarrollo de la raíz en 2 dimensiones: en ancho y en profundidad, cuya importancia se invertiría en momentos no simultáneos del desarrollo de la planta en campo. El ancho, para los cultivos en envase, vendría determinado por el grosor de la cepa, como se demuestra en Lario *et al.*, 2005a. La profundidad radicular vendría determinada por la conservación del potencial de crecimiento de las raíces principales orientadas en profundidad, como se postula en Lario y Ocaña, 2004. Los envases “mejorantes” de la verticalidad serían aquellos con mayor profundidad. (Tabla 5)

Tabla 5.- Desviación de la Vertical (DV), por sistema de cultivo y año de medición. Test de rangos de Kruskal-Wallis, 2004  $p < 0,0001$ , y 2005.  $p = 0,0012$ ; Test de la mediana 2004,  $p = 0,0018$ ; Y 2005  $p = 0,0009$

TRES SAVIAS (2004)					CUATRO SAVIAS (2005)				
Envase	DV media	Suma de rangos	Puntos por encima de la mediana	Casos con DV>=20	Envase	DV media	Suma de rangos	Puntos por encima de la mediana	Casos con DV>=20
P	8,59	1641	3,18	0	D	10,53	1719	5	2
D	10,20	1928	7,18	1	I	10,81	1741	5	1
L	10,84	1969	6,27	1	M	10,85	1565	3,75	2
K	10,85	2273	9	0	K	11,06	1877	6,75	1
F	11,38	1490	3,09	1	L	11,62	2097	7	1
N	11,83	1784	6	2	N	12,27	2007	6	1
I	11,92	1832	7	2	G	12,54	1880	5	2
G	13,12	2053	7,09	2	P	12,60	2387	10	3
M	13,19	2214	7,09	3	F	14,26	2674	12,75	3
O	14,07	2634	10,09	2	O	14,42	2313	7	4
A	14,07	2652	11	3	A	14,92	2569	8,75	6
H	14,19	2814	12	3	C	15,17	2874	11	5
B	18,89	2854	10	8	B	17,83	2731	10	7
C	19,11	2853	11	6	J	19,08	2986	11	8
J	22,18	3220	12	7	H	19,16	3022	12	4
E	23,61	4010	16	11	E	21,50	3781	17	8

Por tanto,

- la variación entre bosquetes dentro de una misma estación forestal es mayor que las debidas a la plantación en estaciones forestales distintas, a la preparación del terreno, a la fecha de plantación o al sistema de cultivo de vivero empleado
- los sistemas de cultivo no rejillados de al menos 200 cc presentan individuos juveniles menos inclinados que los no rejillados de menores volúmenes
- existen sistemas de cultivo rejillados y sistemas de cultivo sin repicado aéreo continuado que pueden favorecer la verticalidad de los individuos juveniles tras su implantación en campo, y se establece la hipótesis de que la estrategia mecánica se basa en el desarrollo de raíces laterales en el primer caso, y de raíces en profundidad en el segundo
- se abre una oportunidad de mejora del cultivo con envases no rejillados en base a dimensionar la profundidad del envase mínima, que proteja el meristemo primario de la raíz principal lo suficiente para que asegure un desarrollo, también, suficiente de las raíces en profundidad

#### ***Líneas de trabajo para el control de la calidad en el vivero***

La planta, en el momento teórico de su plantación en campo, se caracterizó morfológicamente tanto en su parte aérea como radicular. Se trabajó con parámetros utilizados habitualmente, y nuevos parámetros potencialmente influyentes en la futura calidad morfológica de la planta juvenil en campo. La caracterización morfológica permitió agrupar los sistemas de cultivo estudiados en función del efecto que sobre dichos parámetros pudieran tener los elementos de diseño de los envases o los trabajos culturales asociados al sistema. Se dedujo que el diámetro del alvéolo de cultivo era inversamente proporcional a la inclinación observada. Los demás parámetros no aportaban explicación a la inclinación sufrida por la planta unos años tras la plantación.

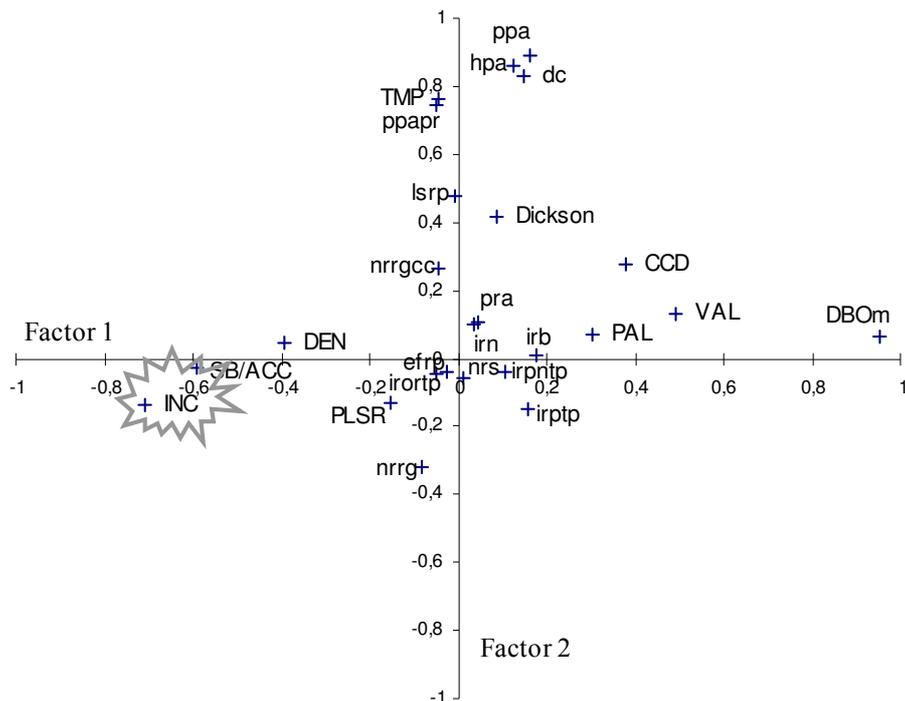


Fig 3.- Peso y relación de los parámetros morfológicos de la planta a la salida del vivero (minúsculas), de los elementos de diseño (MAYÚSCULAS), y de la inclinación (INC) de la planta juvenil trasplantada a macetas. Relación entre inclinación (INC) y diámetro del alvéolo (DBOm), opuesta, en sentido y relativamente intensa.

### Recomendaciones de cara al transporte y la plantación en campo

Se ha comprobado que la viabilidad de los meristemos de crecimiento de las plántulas tras su cultivo es de vital importancia para el establecimiento con éxito de la plantación. La observación del estado de los meristemos radiculares se presenta como un objetivo para el manejo de la planta tanto en el transporte como en la implantación.

En abril de 2006 se realizó un ensayo de formas de implantación, cuya primera medición ha sido en febrero de 2008. Se puede comprobar cómo los métodos de implantación el método "Azada- colocando el cepellón en un eje inclinado con respecto al del tallo", y "Azada- colocando el cepellón en un eje inclinado con respecto al del tallo y pisando la planta", producen un 8,9 y 10,7 por ciento de inclinaciones frente a los demás métodos que no presentan o presentan baja frecuencia de inclinación.

Tabla 6.- Alturas (h) en cm, diámetros (d) en mm y porcentaje de inclinación y supervivencia en función del método de implantación.

Tratamiento	h	d	Inclinación %	Supervivencia %
Azada-colocando el cepellón en el mismo eje que el del tallo	79,3	14,6	0,0	93
Azada- colocando el cepellón en un eje inclinado con respecto al del tallo	68,6	11,4	8,9	93

Azada-colocando el cepellón en el mismo eje que el del tallo y pisando la planta	76,3	13,3	0,0	93
Azada- colocando el cepellón en un eje inclinado con respecto al del tallo y pisando la planta	78,0	13,6	10,7	93
Ahoyador de pincho-colocando el cepellón en el mismo eje que el del tallo y sin bolsa de aire	72,0	12,9	2,0	83
Ahoyador de pincho-colocando el cepellón en el mismo eje que el del tallo y con bolsa de aire (se puede hacer tirando de la planta, pero hay que ver la manera de asegurar que se forma una bolsa de aire por debajo)	70,7	11,9	0,0	87
Tubo plantador- colocando el cepellón en el mismo eje que el del tallo	60,8	9,4	0,0	93
Ahoyador de pincho-colocando el cepellón en el mismo eje que el del tallo y sin bolsa de aire y con pisotón.	73,6	16,0	3,4	97

En conjunto, para la repoblación y cronológicamente a través de los PASOS que se siguen en una REPOBLACIÓN, se pueden identificar las siguientes prácticas que pudieran ser responsables de vuelcos en etapas juveniles de plantación, sin olvidar que cada repoblación es distinta y la labor de decisión del técnico forestal es fundamental.

#### 1.- ELECCIÓN DE ESPECIE

Elegir la especie en función del objetivo (producción de madera, paisajístico, etc.), y de las condiciones del suelo y el clima de la finca.

Hay que poner especial atención en que: en zonas expuestas a FUERTES VIENTOS, combinados con zonas de ENCHARCAMIENTOS CONTINUADOS y CAPAS IMPERMEABLES A POCA PROFUNDIDAD, el RIESGO por problemas de INESTABILIDAD es alto.

En otras áreas (Las Landas-Francia) la FALTA DE COHERENCIA de las partículas del suelo es un factor determinante en la inestabilidad de plantaciones. En Galicia no es el caso más generalizado.

## 2.- CALIDAD DE LA PLANTA A LA SALIDA DEL VIVERO

Reconocer la calidad de la planta producida en vivero es difícil puesto que el cultivo en envase o raíz desnuda de un árbol, supone una modificación traumática de la forma natural de desarrollo de las raíces. Hay que tener en cuenta que:

A.- En planta producida en ENVASE el NÚMERO de RAÍCES debe ser tal que permita la extracción del cepellón sin desmoronarse, y que no produzca una acumulación de puntas de raíz blancas en ninguna zona del cepellón. Para ello se recomienda NO SOBREPASAR LA PRIMERA SAVIA DE CULTIVO EN ENVASE. Cuanto más tiempo pase en el envase mayor será el riesgo de inestabilidad y/o disfunciones en el futuro.

B.- En el caso de RAÍZ DESNUDA NO AMPUTAR EL SISTEMA RADICAL en la extracción en vivero

Por otra parte, aunque el tamaño de la planta está reglamentado, bueno es recordar que el árbol es un sistema que funciona tomando del suelo nutrientes y agua, y tomando de la atmósfera luz, dióxido de carbono y oxígeno. Estas funciones son interdependientes y deben estar compensadas. La ALTURA DE LA PLANTA es una buen referente para evaluar ese balance, y ha de ser como mucho UNA VEZ Y MEDIA LA ALTURA DEL CEPELLÓN.

Este balance tiene que mantenerse durante toda la vida del árbol, y cuando no existe el riesgo de vuelcos es grande.

Otro aspecto fundamental es el CORRECTO ENDURECIMIENTO DE LA PLANTA para la época en que va a ser plantada. Es decir, si hay riesgos de heladas o temperaturas muy altas que destruyan los tejidos.

La planta, además, tiene que estar parada, de forma que la parte aérea no demande savia de la parte radical, y de esa forma: evitar la muerte por sequía funcional.

## 3.- ÉPOCA DE PLANTACIÓN

La época de plantación será aquella que asegure un PERIODO DE LLUVIAS a partir de la fecha de plantación, de manera que consiga el desarrollo de la raíz, y por tanto, su instalación. Se está observando que sistemas de cultivo en envase pequeño se plantarán en OTOÑO, y sistemas de cultivo de envases grandes se podrán plantar en OTOÑO o PRIMAVERA indistintamente. Si la plantación es en primavera, será mucho mejor realizarla al comienzo de la misma que al final.

Se plantará cuando el suelo tenga tempero (humedad) suficiente.

## 4.- PREPARACIÓN DEL TERRENO

Se eliminará la vegetación que suponga una competencia para la plantas a instalar. Las preparaciones de terreno, en especial en zonas con poca profundidad de suelo, se harán: si la roca madre es disgregable con subsolados de más de 50 cm de profundidad y maquinaria de más de 150 CV; si la roca madre no es disgregable hasta donde se alcance, pero habrá de OBSERVAR SI LA PROFUNDIDAD DEL SUELO ES

SUFICIENTE PARA ALBERGAR LAS RAÍCES DE UN ÁRBOL ADULTO, cumpliendo el objetivo de la repoblación.

En terrenos agrícolas abandonados se debe de utilizar una grada de discos de profundidad o un subsolador que rompa la llamada SUELA DE LABOR.

#### 5.- TRANSPORTE

Se hará en cajones o remolques protegidos del viento para EVITAR LA DESECACIÓN, pero que permitan la aireación de la planta, evitando aplastamientos y rotura de plantas.

#### 6.-PLANTACIÓN

Colocar la PLANTA EN POSICIÓN VERTICAL cuando se plante, manteniendo el cepellón y el tallo en el mismo eje. Usar pinchos o plantamón pueden asegurar esta condición, ya que el agujero practicado permitirá que la planta entre con facilidad por su propio peso en el hoyo.

NO EMPUJAR NI PISAR LA PLANTA, ni pisar la casilla para compactar el suelo. Sin embargo, no dejar huecos de aire entre el cepellón y el suelo, acomodando la tierra alrededor del cepellón con suavidad.

Las plantas generadas por siembra son más estables que las plantadas.

Si se aporta FERTILIZANTE, NUNCA COLOCARLO EN CONTACTO CON EL CEPELLÓN. Es preferible colocarlo a 30 o 40 cm alrededor de la planta.

#### **Cofinanciación**

Fruto de la colaboración acordada entre VIFOGA y la Xunta de Galicia se redactó una asistencia técnica titulada *Estudio de los procesos de producción de planta en envase y de repoblación con especies del género Pinus en Galicia. Influencia en la supervivencia y estabilidad de las plantaciones.*

En 2.003 se aprobó por la Dirección Xeral de Investigación e Desenvolvemento de la Xunta de Galicia un proyecto de I + D titulado *Estudio da calidade da masa e risco da inestabilidade das plantacions forestais galegas de Pinus pinaster. Definición de criterios de calidade estrutural e fisiolóxica das plantas de viveiro*, presentado conjuntamente por Tragsa y la Escuela de Ingenieros Agrónomos y de Montes USC-EPS Lugo.

# ENSAYOS DE APLICACIÓN MECANIZADA DE CENIZAS EN PINARES ACLARADOS DE *PINUS RADIATA*. EFECTOS SOBRE EL CRECIMIENTO DEL ARBOLADO, COSTES DE APLICACIÓN Y EFECTOS AMBIENTALES

Martín Santalla Seoane, Centro de Información y Servicios Tecnológicos de la Madera de Galicia, CIS-Madeira, Ourense.

## 1. INTRODUCCIÓN

Las cenizas procedentes de la combustión de subproductos y residuos lignocelulósicos suponen en Galicia del orden de 40.000 a 50.000 t anuales. Las industrias madereras son las principales productoras. En su mayor parte, estas cenizas no sufren ningún proceso de reciclaje siendo su destino los vertederos, a los que las empresas deben abonar un precio por la retirada del residuo.

Las principales industrias que generan cenizas de este tipo son las fábricas de tableros, las celulosas, y en menor medida aserraderos, otras industrias y centrales de biomasa.

La industria del tablero en Galicia reutiliza en torno a las 456.000 t al año de subproductos de su propio proceso sobre los que realiza un aprovechamiento energético necesario para su actividad transformadora. Estos subproductos son: corteza (216.000 t anuales) y polvo de lijado, finos de astilla y recortes de tablero que suponen otras 240.000 t al año. Además, compran subproductos como corteza y serrines rojos a otras industrias en una cantidad que puede superar las 75.000 t anuales.

Las cenizas generadas en el aprovechamiento energético, aglutinan los nutrientes de los subproductos de origen forestal de los cuales proceden. Éstos fueron exportados del sistema forestal previamente con los aprovechamientos de madera. Estas cenizas contienen por tanto importantes cantidades de Ca, K, Mg y algo menores de P. Tienen bajas concentraciones de metales pesados y contenidos muy bajos en N. Tienen además una moderada capacidad encalante y fertilizante que las hace aptas para la corrección de suelos ácidos.

En la industria suponen un problema ya que las cenizas están consideradas como residuo no peligroso y por tanto deben deshacerse de ellas. Su almacenamiento en fábrica podría dar lugar a problemas de espacio, de limpieza e incluso de lixiviados, de modo que las industrias generalmente pagan un canon a los vertederos para que procedan a su retirada. Con el ingreso de estas cenizas en los vertederos se rompe el ciclo de los nutrientes extraídos del sistema forestal con la explotación de la madera y que de esta forma no regresarán nuevamente a él.

Por otra parte, los sistemas forestales gallegos se caracterizan por contar con suelos ácidos, muy pobres en Ca, Mg, K y P, con abundancia de Al y Fe muy solubles a pH bajos y que compiten con los elementos anteriores, y también por ser excedentarios en N. Las plantaciones están basadas en especies de crecimiento rápido y gran producción, siguiendo un modelo de explotación intensiva que conlleva una importante extracción de nutrientes del suelo. Las plantaciones presentan en general fuertes deficiencias de P, Mg y Ca aunque los niveles de K y N son satisfactorios.

En el caso concreto del *Pinus radiata*, se observa una reducción de crecimiento en segundas rotaciones.

La aplicación de este tipo de cenizas en plantaciones forestales podría contribuir además de a resolver la gestión de un residuo de la industria, a frenar el empobrecimiento de los suelos forestales y a mejorar el estado nutricional de las plantaciones. Mediante su aplicación en las plantaciones forestales, se restituyen nutrientes permitiendo que se cierre el ciclo.

## **2. OBJETIVOS DEL ESTUDIO**

El objetivo principal de este estudio fue contribuir a desarrollar un protocolo de gestión de cenizas basado en su aplicación en plantaciones aclaradas de *Pinus radiata* en Galicia.

Para ello se seleccionaron plantaciones adecuadas, se realizó una evaluación técnica y económica de la aplicación mecanizada de las cenizas, se evaluaron los crecimientos obtenidos y se realizó un seguimiento ambiental del suelo y del vuelo.

Como objetivos secundarios se contempló la complementación fosfórica y la comparación con otros encalantes de referencia.

## **3. CARACTERÍSTICAS DE LAS PLANTACIONES Y DE LOS TRATAMIENTOS DE FERTILIZACIÓN**

Fueron seleccionadas cuatro plantaciones de *Pinus radiata* pertenecientes a los montes vecinales en mano común de Egoalonga (Lousada-Xermade), Nete (Vilalba)-Pino (Cospeito), Roca (Guitiriz) y Sambreixo (Guitiriz).

La aplicación de cenizas y demás tratamientos se efectuó en la primavera de 2004, y en todas las plantaciones se había efectuado una clara el año anterior (segundas claras a excepción de uno de los montes en el que se ejecutó la primera). La edad de las plantaciones variaba entre los 23 años de la más joven hasta los 35 de la más madura. En todos los casos las plantaciones se asentaban en suelos ácidos sobre rocas dominadas por cuarcita y arenisca, excepto una de las plantaciones que crecía en un suelo sedimentario sobre roca granítica.

Se estableció una red de 64 parcelas experimentales repartidas en las 4 plantaciones en las que se probaron los siguientes tratamientos distinguidos mediante el siguiente código de color:

Color de parcela	Tamaño	Tratamiento aplicado
Azul	35x35 m.	7,5 Mg ha <sup>-1</sup> Cenizas + 333 Kg ha <sup>-1</sup> Superfosfato 45% riqueza en P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (65,5 Kg ha <sup>-1</sup> P)
Rojo	35x35 m.	7,5 Mg ha <sup>-1</sup> de Cenizas
Amarillo	35x35 m.	1400 Kg ha <sup>-1</sup> de cal apagada al 45% riqueza en CaO (450 Kg ha <sup>-1</sup> Ca) + 333 Kg ha <sup>-1</sup> Superfosfato 45% riqueza en P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (65,5 Kg ha <sup>-1</sup> P)
Verde	35x35 m.	Control. No se ha aplicado ningún tratamiento.

#### 4. DESARROLLO DE LA CAMPAÑA DE APLICACIÓN MECANIZADA DE CENIZAS

La campaña se extendió entre febrero y abril de 2004. Se aplicaron un total de 790 t de cenizas en los cuatro montes a una humedad media de recepción en las plantaciones del 55% en base húmeda. La superficie total fertilizada fue de 48 ha.

El equipo constaba de una abonadora centrífuga de doble disco con capacidad para 5.000 litros, semisuspendida de un tractor agrícola de 120 cv con doble tracción. Para realizar la carga de las cenizas en la abonadora se dispuso de un tractor agrícola implementado con pala cargadora y 100 cv de potencia. La mano de obra estaba constituida por un tractorista experimentado para el conjunto tractor-abonadora y un tractorista para el tractor-pala. La abonadora fue equipada superiormente mediante una malla abatible para el rechazo de gruesos y además se suprimieron las chapas protectoras del fondo móvil.

La dosis a aplicar fue de 16,5 t/ha al 55% de humedad (b.h.) (7,5 t/ha anhidro).

Derivados de la inadecuación de los equipos al medio forestal y al material en sí, se detectaron los siguientes problemas en la aplicación: deterioro acelerado de paletas, rotura de eje de discos, deformación del módulo de esparcido, rotura de cubiertas, rotura de latiguillos de freno y hundimiento en el terreno. Las soluciones que se proponen pasan por la situación más elevada del módulo de esparcido, mayor robustez en los elementos de la abonadora en general, protecciones inferiores en las máquinas, disponibilidad de boggy con tracción y capacidad para la autocarga.

#### 5. RENDIMIENTOS Y COSTES

El número medio de ciclos de trabajo por jornada obtenido fue de 12 (6-17), con un coeficiente de productividad sobre el tiempo de trabajo del 90%. La distribución media de tiempos por jornada se corresponde con un 25% del tiempo empleado en esparcido de cenizas (rendimiento efectivo), un 65% empleado en carga y desplazamiento de la abonadora y un 10% de tiempo de servicio (reparación de averías y mantenimiento). En jornadas con averías el tiempo de esparcido desciende

al 22%, el de carga y desplazamiento al 58% y el tiempo de servicio asciende al 20%. Para jornadas sin ninguna avería el 27% se empleó en el esparcido y el 73% en carga y desplazamiento de la abonadora.

Los rendimientos medios en aplicación fueron de 5,2 t/h de cenizas (0,3 ha/h). El promedio en las jornadas sin ninguna avería fue de 5,5 t/h, y el de las jornadas con averías fue de 4,7 t/h. Estos rendimientos están en la línea de los obtenidos en otros países con maquinaria similar y algo inferiores a los obtenidos con maquinaria forestal específica.

El coste medio de aplicación obtenido fue de 16,4 €/t de cenizas. En caso de jornadas sin tiempo de servicio, el coste descendió hasta 15,4 €/t y se incrementó hasta los 18 €/t en las jornadas con averías.

En cuanto al coste del transporte por carretera de las cenizas, fue muy variable, oscilando entre 1,3 €/t para el caso de la distancia mínima de transporte realizado con un camión con remolque de 38 t de P.M.A., hasta 10,2 €/t para el recorrido más largo y con camión rígido de 3 ejes y 20 t de P.M.A.

## 6. CARACTERÍSTICAS DE LAS CENIZAS

- pH elevado (9,4).
- Ricas en Ca sobre todo.
- Alto contenido en K.
- Alto contenido en Mg.
- Algo menor contenido en P.
- Importante contenido en Mn (microelemento).
- Bajo contenido en N.
- Bajo contenido en metales pesados.

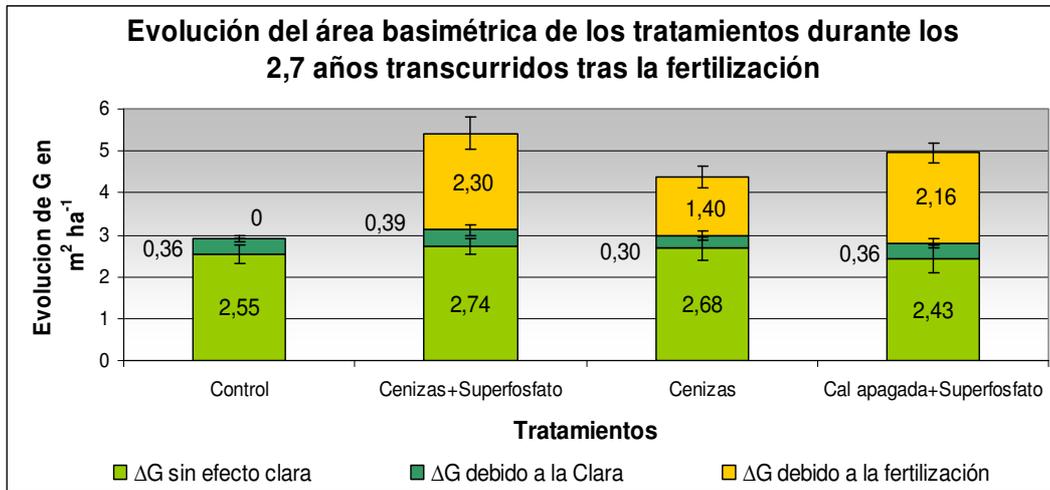
Elementos	Kg ha <sup>-1</sup>	Metales pesados	g ha <sup>-1</sup>
N	8,90	Cd	4,82
P	14,84	Cr	615,12
K	72,72	Cu	1086,29
Ca	186,24	Hg	3,71
Mg	59,88	Pb	796,17
Fe	100,17	Ni	399,20
Mn	12,69	Zn	1788,96
B	0,33		

*Aporte real de nutrientes y metales pesados aplicados con una dosis de 7,5 Mg ha<sup>-1</sup> de cenizas anhidro.*

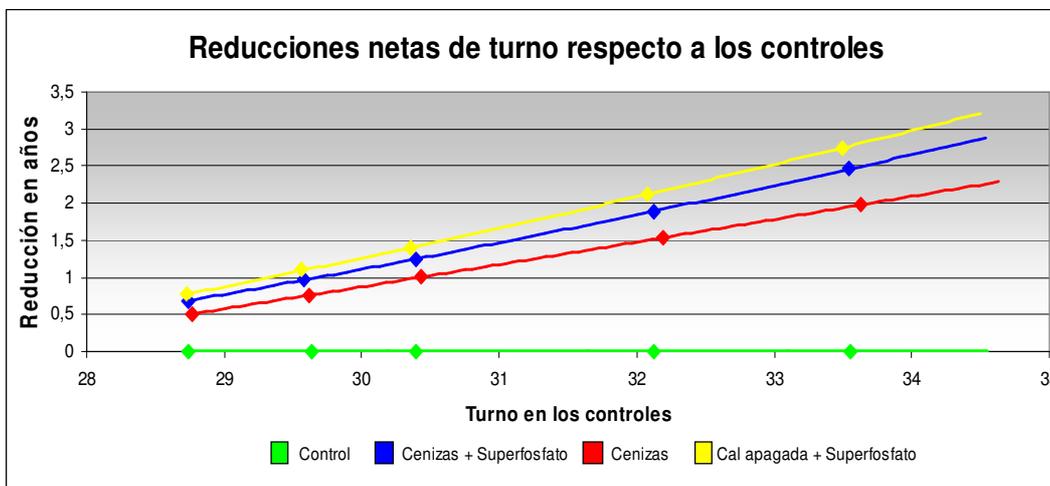
## 7. CRECIMIENTOS EN LAS PLANTACIONES

En general la respuesta en crecimiento de las plantaciones en las que se aplicó cenizas fue mejor que en aquellas parcelas que se dejaron como testigo. Igualmente, la respuesta fue mejor en aquellas parcelas en las que se suplementó con fósforo y también en aquellas donde se aplicó cal apagada con suplemento de fósforo. Las

mejores respuestas fueron obtenidas cuando se hizo una suplementación fosfórica, lo cual indica que este nutriente es claramente limitante del crecimiento. En la gráfica siguiente se muestra la respuesta obtenida en una de las plantaciones.



La respuesta en crecimiento se da tanto en área basimétrica como en altura (media y dominante) y se traduce finalmente en una reducción de los turnos de corta o en una mayor producción en el mismo turno, que además adquiere un mayor valor económico.



Es necesario sin embargo resaltar que la fertilización de las plantaciones supone una inversión económica y como tal es necesario respetar un turno mínimo que permita recuperar el capital. Si se cortase la madera a un turno inferior de ese turno mínimo no se habría esperado el tiempo mínimo para recuperar la inversión de modo que habríamos perdido dinero.

Otro aspecto interesante a tener en cuenta es que el incremento en valor económico que supone la mejor respuesta de las plantaciones fertilizadas es más acentuado que el propio incremento de volumen de madera. Ello es debido a que el mayor crecimiento en volumen lo es fundamentalmente en madera de calidad y por tanto de mayor valor económico.

Igualmente se pudo constatar una mejor respuesta en general a los tratamientos de fertilización cuanto peor es la calidad de estación de la plantación. La respuesta también mejora cuanto menor es la espesura de la masa arbolada.

## 8. SEGUIMIENTO AMBIENTAL

Tras la campaña de fertilización con cenizas, se realizó un control ambiental sobre la red de parcelas de seguimiento durante los años siguientes.

En general se obtuvieron incrementos ligeros en el pH en todos los casos, siendo más notorios en los suelos inicialmente más ácidos. Se incrementaron los contenidos de Ca y Mg en el suelo y los de P en las parcelas suplementadas en este elemento. Los metales pesados se mantuvieron en valores muy bajos muy lejos de los límites de toxicidad en suelos.

El riesgo de movilización del N como consecuencia del incremento en el pH es muy bajo. Se detectó un incremento en la actividad microbiana en los primeros meses tras la aplicación de las cenizas pero que progresivamente regresa a los valores iniciales. No se detectaron diferencias en cuanto a la velocidad de descomposición de las acículas en el suelo respecto a los controles.

Se detectó un incremento mensual sostenido a lo largo del tiempo de la tasa de desfronde en las parcelas en que se suplementó con fósforo, lo que denota un incremento del volumen de copa en los árboles. Esto refleja la existencia de un mejor crecimiento diametral en estas parcelas, lo cual se ratificó con la posterior medición de variables dasométricas en las mismas.

## 9. TERRENOS FORESTALES APTOS PARA LA APLICACIÓN DE CENIZAS

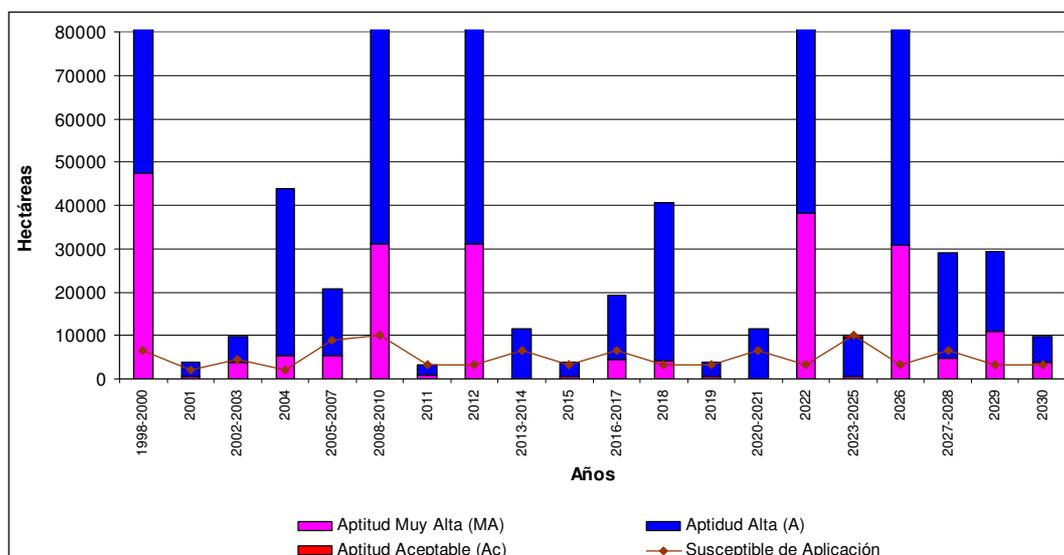
Se llevó a cabo un proceso de determinación de áreas de interés considerando inadecuadas aquellas zonas con pendiente superior al 15% para evitar arrastres por escorrentía, zonas próximas a los cauces fluviales para evitar que los posibles arrastres lleguen a los ríos, zonas encuadradas en espacios protegidos y obviamente áreas no forestales.

Se sometieron a criterios de ponderación que primaron a las especies de gran producción, a las bajas pendientes del terreno, elevadas densidades de pistas forestales y cercanía a los centros productores de cenizas. Como resultado, las superficies aptas se clasificaron en 5 clases o niveles de aptitud:

Clase de Aptitud	Superficie en ha
Muy alta	53.987
Alta	167.180
Aceptable	189.786
Baja	141.876
Muy baja	7.008
<b>Total</b>	<b>559.837</b>

Teniendo en cuenta que los dos mejores momentos para la aplicación de cenizas son la tangencia de copas y la ejecución de claras, se realizó una programación orientativa de las superficies aptas para aplicación de cenizas que entrarían en época óptima para fertilizar anualmente y durante los próximos 30 años (1 turno). Debido a que ésta es una programación teórica deberá ser actualizada periódicamente, conforme se vayan publicando datos actualizados de los inventarios forestales, producción de cenizas, etc.

Estimación para una dosis de aplicación de 15 t/ha



## 10. CONCLUSIONES

- Amplio margen de mejora en la maquinaria existente. Hay margen para reducir costes.
- Importante respuesta en crecimiento, sobre todo cuando se suplementa con fósforo (elemento limitante).
- Rápida recuperación de la inversión (reducción en los turnos o mayores volúmenes).
- No se detectó ningún problema ambiental derivado de la aplicación de cenizas.
- Clara contribución a la recuperación de nutrientes y niveles de fertilidad en los suelos forestales (pobres de por sí).
- Actualmente teniendo en cuenta el ritmo anual de generación de cenizas en Galicia, las posibilidades de aplicación son muy inferiores a las superficies ocupadas por plantaciones con elevada aptitud para la fertilización. En los próximos años, es esperable un aumento importante en la cantidad de cenizas generadas en base al aprovechamiento energético de la biomasa que contribuiría a un mayor acercamiento de las dos cifras.

# DIAGRAMAS DE MANEJO DE LA DENSIDAD PARA PLANTACIONES DE PINO DE OREGÓN EN EL NORTE DE ESPAÑA

Juan Gabriel Álvarez González, Guillermo Vega Alonso, Roque Rodríguez Soalleiro, Escuela Politécnica Superior de Lugo y Servicio provincial de Montes de Pontevedra.

## Fundamento de los diagramas de manejo de la densidad

Los diagramas de manejo de la densidad (DMD) son modelos estáticos de masa en los que se representa gráficamente la relación entre producción, densidad y mortalidad a través de los distintos estados de desarrollo de la masa.

En este trabajo se va a explicar la utilización de los DMD basados en el índice de Hart-Becking por ser éste un índice de fácil interpretación y de amplio uso en España para la determinación de la necesidad y el peso de las claras. El índice de Hart-Becking también es útil para caracterizar la espesura por otras razones importantes: es independiente de la calidad de la estación y de la edad (excepto para masas muy jóvenes); y la altura dominante, desde un punto de vista biológico, es el mejor índice para establecer los intervalos de clara para una determinada especie. Además la relación que hay entre el crecimiento en altura dominante y la productividad forestal añade más utilidad a estos diagramas para propósitos de gestión.

## Estructura de los DMD

Los DMD están compuestos por dos ecuaciones y el índice de Hart-Becking. El formato de las ecuaciones está condicionado por las variables a representar en los ejes principales del diagrama y por la consistencia biológica de las mismas. La primera ecuación (1) relaciona el diámetro medio cuadrático con el número de pies por hectárea y la altura dominante. Esta relación está basada en la relación entre la dimensión del árbol medio, densidad y un indicador de productividad. Para predecir la productividad (como volumen o biomasa) se pueden emplear funciones que usen algunas de las siguientes variables: altura de masa, un indicador de densidad, área basimétrica e índice de sitio. Por tanto parece razonable relacionar la productividad de la masa como el producto del volumen o la biomasa de un árbol representativo (dado por el diámetro medio cuadrático y la altura dominante) y el número de pies por hectárea (2). Las expresiones de las ecuaciones empleadas son las siguientes:

$$dg = b_0 \cdot N^{b_1} \cdot H_0^{b_2} \quad (1)$$

$$V = b_3 \cdot dg^{b_4} \cdot H_0^{b_5} \cdot N^{b_6} \quad (2)$$

Donde  $dg$  es el diámetro medio cuadrático (cm),  $N$  la densidad de la masa (pies/ha),  $H_0$  la altura dominante (m) y  $V$  el volumen de la masa ( $m^3/ha$ ).

La expresión del índice de Hart-Becking ( $IH$ ) que se suele emplear es la correspondiente a una masa con una distribución de los pies al tresbolillo. Aunque se pueden emplear otras distribuciones, esta distinción carece de sentido ya que hay una relación de proporcionalidad entre los valores del índice para cada una de ellas.

$$IH(\%) = \frac{\sqrt{\frac{20000}{N \cdot \sqrt{3}}}}{H} \cdot 100$$

Teniendo en cuenta las ecuaciones (1), (2) y (3) y despejando en cada una de ellas la densidad y fijando distintos valores (dentro del rango observado en la

construcción del diagrama) de  $IH$ ,  $dg$  y  $V$  respectivamente; se pueden obtener las expresiones que permiten calcular las isoclinas del índice de Hart-Becking, diámetro medio cuadrático y volumen. Estas trayectorias se superponen en un diagrama cartesiano con la altura dominante en abscisas y la densidad en ordenadas con lo cual queda definido el diagrama de manejo de la densidad.

### Incorporación del coeficiente de esbeltez

La resistencia de los árboles ante el empuje del viento está determinada por multitud de factores. Entre aquellos relacionados con el árbol están los siguientes: i) su forma de copa, ii) altura del centro de presión, iii) talla relativa de las partes aéreas y del sistema radical, iv) permeabilidad al viento, v) arquitectura área y radical, y vi) propiedades mecánicas. La estabilidad de árboles individuales con la misma altura es reforzada por una esbeltez reducida de los mismos. Basándose en esta premisa, los forestales europeos desde hace mucho tiempo han empleado el coeficiente de estabilidad o de esbeltez (CE) como indicador de la susceptibilidad de las masas forestales a los daños por nieve y viento. Este coeficiente se define como la relación en tanto por ciento entre la altura del árbol expresada en metros y su diámetro normal expresado en centímetros. La expresión de este índice es la siguiente:

$$Ce = \frac{h}{d} \cdot 100 \quad (6)$$

Cuando se refiere a una masa el coeficiente de esbeltez es el cociente entre la altura media del rodal ( $hm$ ) y su diámetro medio ( $dm$ ). Para conocer la altura media de la masa en función de la altura dominante es necesario ajustar una relación (habitualmente lineal,  $hm = a_0 + a_1 \cdot H_0$ ). Para obtener  $dm$  en función de  $dg$  se puede hacer un ajuste de regresión sencillo o bien emplear directamente  $dg$ . Por tanto, para una masa el coeficiente de esbeltez se obtendría como:

$$Ce = \frac{a_0 + a_1 \cdot H_0}{b_0 \cdot N^{b_1} \cdot H_0^{b_2}} \quad (7)$$

Despejando  $N$  y fijando distintos valores para  $Ce$  (dentro del rango observado en las parcelas empleadas para la construcción del diagrama) se obtienen las isoclinas del coeficiente de esbeltez.

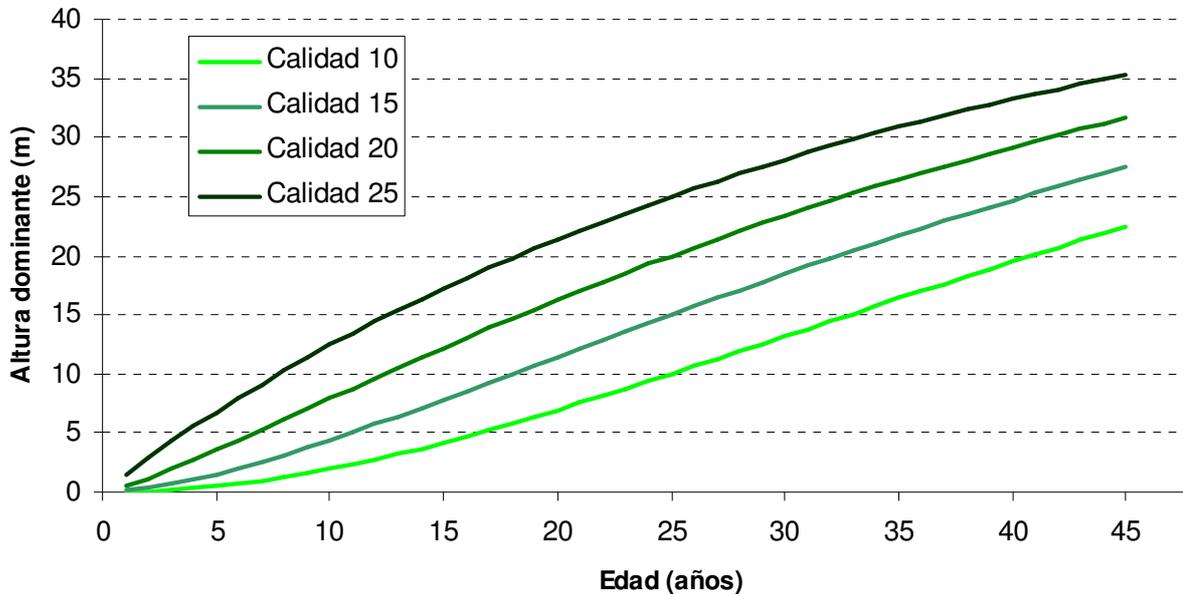
### Parcelas establecidas para la construcción de los diagramas

Los diagramas derivan de la información obtenida a partir de 106 parcelas de inventario instaladas en seis comunidades autónomas: Galicia (21 parcelas), Asturias (13 parcelas), Cantabria (7 parcelas), País Vasco (21 parcelas, todas ellas en Guipúzcoa), La Rioja (30 parcelas) y Castilla y León (12 parcelas, todas ellas en Burgos). En la siguiente tabla se presenta la información básica dasométrica referida a las parcelas, indicando valores medios, máximos, mínimos y desviación típica. Las parcelas cubren un rango amplio de condiciones selvícolas y estacionales.

Variable	Media	Mínimo	Máximo	Desv. típica
Edad	28,6	15	63	8,3
N (pies por ha)	971,5	280	2300	405,8
H0 (m)	19,81	10,4	34,4	4,9
Dg (cm)	23,03	9,7	37,9	5,7
G (m <sup>2</sup> /ha)	36,6	8,2	68,2	11,4
Vcc (m <sup>3</sup> /ha)	317,3	39,4	804	133,5

## Sistema de curvas de calidad de estación

Mediante apeo de árboles tipo y conteo de anillos se ha establecido un primer sistema de curvas de calidad de estación para la especie, que se indica en la siguiente gráfica y tabla adjunta de evolución detallada de la altura dominante en el tiempo. La clasificación de calidades se ha hecho para una edad de referencia de 25 años.

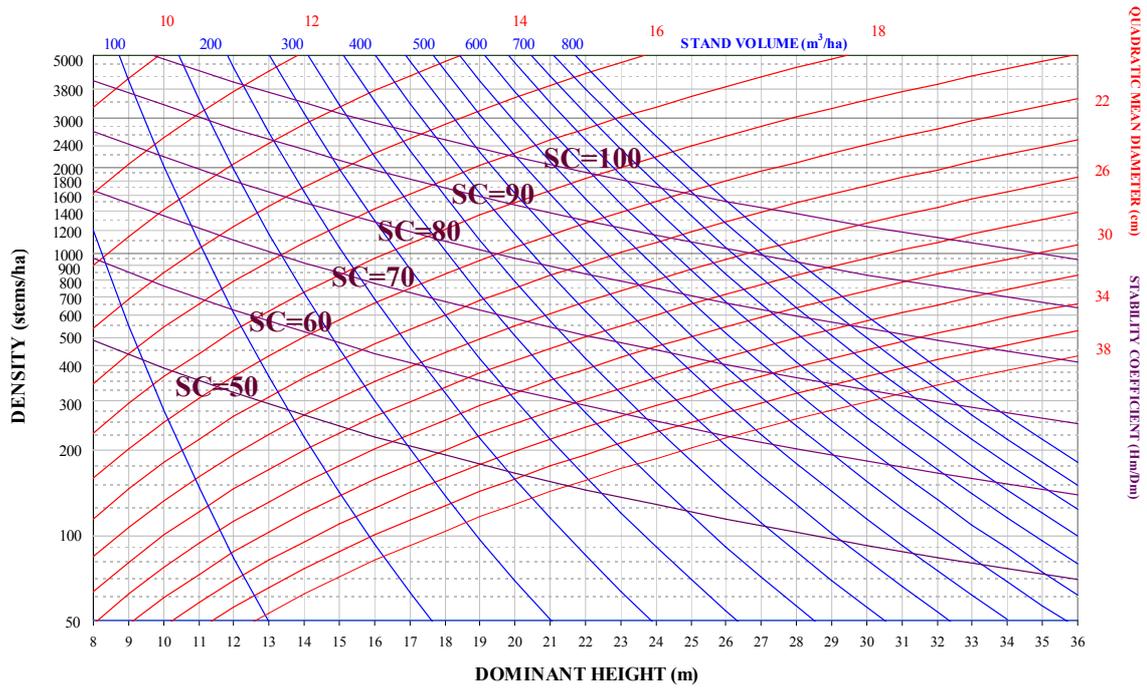
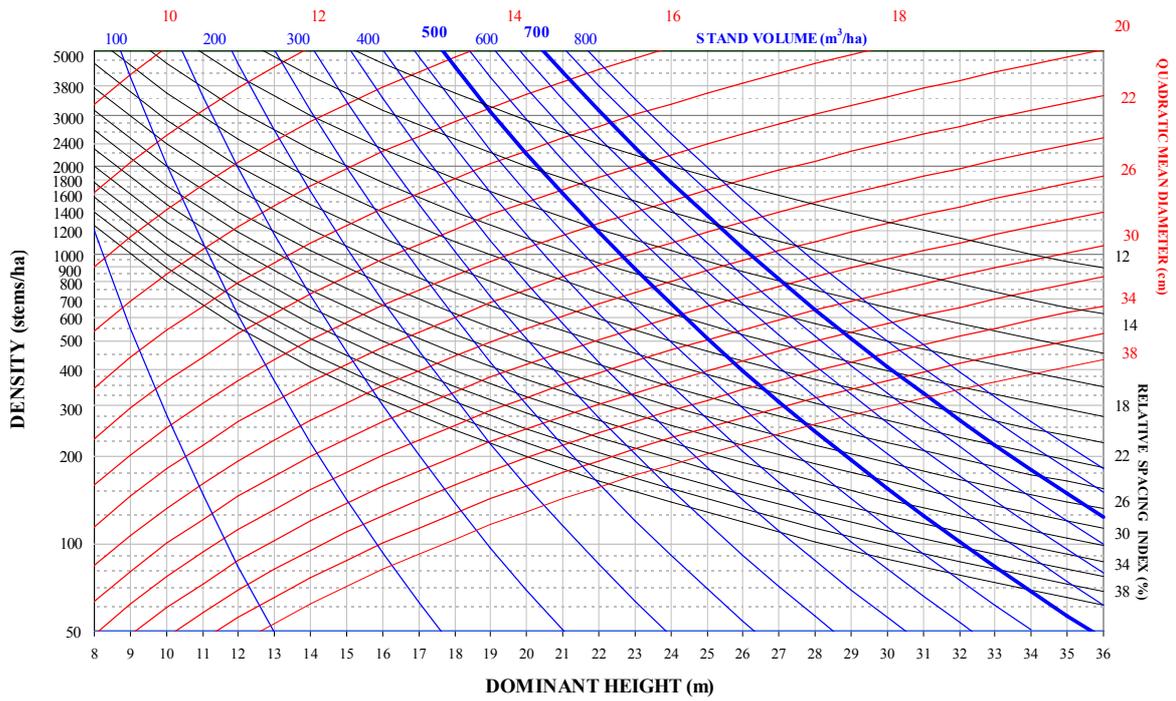


## Diagramas considerando volumen con corteza, diámetro medio cuadrático e índice de Hart

En el gráfico de la siguiente página se incluye un diagrama en el que figuran las curvas de volumen con corteza por ha (resaltadas las correspondientes a 500 y 700 m<sup>3</sup>/ha), los valores de índice de Hart, o relative spacing (entre 14 y 38%) y los de diámetro medio cuadrático (entre 10 y 38 cm). El gráfico puede emplearse para simular una evolución de la densidad mediante claras, para alcanzar una cierta situación final objetivo. Una evolución sin claras supondría una trayectoria paralela al eje x, con incremento de la altura dominante que vendría derivado de la calidad de estación correspondiente, y mantenimiento o ligera reducción de la densidad derivada de mortalidad natural. Una clara vendría determinada por una recta paralela al eje y.

## Diagramas considerando relación altura media a diámetro medio de la masa (coeficiente de esbeltez de masa, SC)

En el último diagrama presentado se han eliminado las isolíneas de índice de Hart y se han incluido las de coeficiente de esbeltez de masa



## **PROPUESTA DE CRITERIOS TÉCNICOS PARA LA AUTORIZACIÓN DE CORTAS EN MASAS DE FRONDOSAS.**

Roque Rodríguez Soalleiro, Marcos Barrio Anta.

La orden de 28 de septiembre de 2004 regula el procedimiento de autorización de cortas en montes de gestión privada en Galicia, estableciendo tres figuras (autorizaciones, notificaciones o comunicaciones) en función de la existencia de instrumento de gestión y de si la madera va a comercializarse o a destinarse a uso doméstico.

En el caso de especies frondosas las solicitudes de corta pueden corresponder o no espacios naturales. Resulta relevante contar con unos criterios fijos para proceder a la autorización de cortas, que resulten fácilmente cuantificables en las inspecciones que realicen la guardería o el personal técnico.

Algunas propuestas y opciones hasta ahora manejadas han consistido en proponer como límite máximo de corta un cierto porcentaje de los pies existentes o bien establecer un valor mínimo de densidad a respetar. La primera opción tienen el inconveniente de que el porcentaje a apear debería ser variable a lo largo de la edad del arbolado, ya que en montes bravos y latizales de frondosas las cortas de resalveo pueden suponer más de la mitad de los pies, mientras que en claras realizadas sobre fustales no debería sobrepasarse un 25 % del arbolado en pie. La segunda opción parece claramente inconveniente, ya que la densidad mínima a respetar dependería obviamente de la clase natural de edad del arbolado.

Debe considerarse asimismo que, en especies frondosas, será normalmente difícil conocer la edad exacta de los árboles salvo en el caso de plantaciones, además de poder darse mezclas de arbolado de distintas edades con cierta frecuencia, tal como ha quedado reflejado en Galicia en estudios sobre los tratamientos de mejora de rebollo. En las actuaciones de inspección las variables más fácilmente medibles serán las superficies de las parcelas para las que se solicita autorización de corta, la densidad de pies por ha y los diámetros. Por ese motivo un índice de densidad que parece recomendable es la relación de espaciamiento, o ratio entre el espaciamiento medio del arbolado y el diámetro medio.

Aplicando este criterio y teniendo en cuenta las tablas de producción de roble Carballo en Galicia de Barrio (2003), los valores máximos de relaciones de espaciamiento después de clara que se proponen para distintas clases naturales de edad serían las siguientes: monte bravo: 26%, latizal, 24%, fustal, 22%. De la misma forma, el porcentaje máximo de pies a extraer sería de un 60% en montes bravos, un 40% en latizales y un 30% en fustales. Tales pesos de clara derivan de la consulta de distintas tablas de producción y de la necesaria acumulación en pocas intervenciones de las necesarias extracciones de mejora en las masas de frondosas.

Restaría, en lo concerniente a cortas parciales, establecer las necesarias limitaciones a las posibles cortas antiselvícolas de los mejores pies, para lo cual una primera propuesta sería la limitación en el diámetro medio de los pies que se solicita apear, no debiendo ese valor superar al diámetro medio de los pies antes de corta.

Como propuesta para las posibles cortas de regeneración se sugiere que las cortas finales de arbolado grueso solo deberían autorizarse, en ausencia de plan de gestión que lo justifique, cuando afecten a superficies menores de 0,5 ha y preserven regeneración adelantada en forma de pies menores, en densidad mínima de 2000 pies por ha con buen reparto superficial. Deberían asimismo establecerse restricciones en este caso a la corta de pies de notables dimensiones, así como en lo concerniente a reserva de un mínimo de árboles en pie.

Las cifras indicadas antes deberían adaptarse al resto de especies de mayor importancia en las solicitudes de corta (abedul, castaño, arbolado de ribera), para lo que sería necesaria la consulta de tablas de producción específicas. Los valores indicados se refieren en general a una selvicultura tradicional orientada a la producción maderera, regeneración y correspondiente persistencia de la masa, siendo necesaria su puntualización en caso de que la gestión quede condicionada por criterios de conservación de hábitats.