

ARTÍCULO CIENTÍFICO

Variación genética en la dominancia apical como respuesta a la decapitación en clones juveniles de *Gmelina arborea* Roxb.

Pablo Chacón¹
Olman Murillo²

Resumen

Para medir la variación genética en la dominancia apical para melina (*Gmelina arborea* Roxb.), se realizó una prueba de decapitación en vivero. El ensayo se repitió dos veces en 29 clones del programa de mejoramiento genético de melina de la Corporación Coopeagri en Pérez Zeledón, zona sur del país. A 6 rametos de cada clon se les eliminó el meristemo apical a una altura uniforme de 20 cm. Se midió la longitud, cada semana, de cada brote(s) generado por las plantas durante 6 semanas. El índice de dominancia apical se obtuvo de la relación longitud del(los) brote(s) laterales y la longitud del brote dominante. La técnica de decapitación en vivero demuestra su potencial para poder ubicar, de manera temprana y preliminar, los clones de un programa de mejoramiento genético en cuatro tipos de material genético a saber. A) Genotipos con alto vigor y alta dominancia apical, que deberá ser el material a utilizar a escala comercial al inicio de un programa de mejoramiento genético. En este grupo deberá ubicarse a los clones de melina de la Corporación Coopeagri 7, 19 y el 29. B) Genotipos con alto vigor, pero baja dominancia apical. En este grupo se ubican los clones de melina 6, 9, 15, 20 y el 24. C) Genotipos de bajo vigor, pero alta dominancia apical, donde se ubican los clones 2, 4 y 8. D) Por último, los genotipos de bajo vigor y baja dominancia apical. Este es el grupo menos deseable, por lo tanto estos clones no deberán utilizarse de momento a escala comercial. Los clones 3, 14, 17, 26 y el 28 constituyen este grupo. Su valor debe ser únicamente para formar parte de los ensayos genéticos, pero no para establecer plantaciones comerciales. Los resultados muestran la necesidad de tomar datos al menos por 5 semanas después de la decapitación, para lograr que se exprese claramente la expresión del genotipo y poder establecer apropiadamente su patrón de comportamiento.

Palabras clave: Selección temprana, Mejoramiento genético, *Gmelina arborea*, Forestería clonal, Decapitación, Costa Rica, Dominancia apical.

Abstract

Genetic variation in apical dominance as response to decapitation in juvenile *Gmelina arborea* clones. To measure genetic variation in *Gmelina arborea* apical dominance, it was performed a decapitation test at the forest nursery stage. The experiment was performed twice on 29 melina clones from the Corporación Coopeagri breeding program, being developed in Pérez Zeledón, south of the country. On 6 ramets per clone was eliminated its

¹ Reforestadora Expomaderas S.A. pchaconc@expomaderas.com

² Instituto Tecnológico de Costa Rica. olmuga@yahoo.es

apical meristems at 20 cm height. The longitude from all sprouts was measured every week until the 6th week. Apical dominance index was determined by the ratio between the mean longitude from all lateral sprouts, divided by the longitude of the main and dominant sprout. This decapitation technique at nursery level, shows its potential for early selection and preliminary grouping of genetic collections in four types. A) Genotypes with high vigor and high apical dominance. This is considered the best material and the recommended to be planted initially at commercial scale in a breeding program. In this group can be assigned clones 7, 19 and 29 from Coopeagri's melina breeding program. B) Genotypes with high vigor but low apical dominance. In this group can be allocated clones 6, 9, 15, 20 and 24. C) Genotypes that exhibit low vigor, but high apical dominance. Here can be assigned clones 2, 4 and 8. D) Finally, the group with the low vigor and low apical dominance material. These genotypes are the most undesirable and not recommended for initial commercial plantations. Clones 3, 14, 17, 26 and 28 conform this group. Its value is only for genetic tests, but temporarily not for be part of commercial plantations. Results show that data must be taken for at least 5 weeks after decapitation in order to get reliable information on the real genotypes expression.

Key words: Early selection, Breeding, *Gmelina arborea*, Costa Rica, Clonal forestry, Decapitation.

INTRODUCCIÓN

De manera tradicional, la evaluación o comprobación del control genético de árboles superiores o plus, se determina a través de ensayos genéticos que requieren de aproximadamente media rotación. Para nuestros estándares de crecimiento, ese periodo oscila entre 6 y 10 años de verificación en campo, en distintas condiciones ambientales y bajo un trabajo riguroso de seguimiento (Murillo y Badilla, 2004). Por tanto, se han propuesto diferentes procedimientos y metodologías que buscan generar información a temprana edad, que permita determinar cuáles son los individuos genéticamente superiores (Zobel y Talbert, 1984). Existen así procedimientos que relacionan estadísticamente caracteres de expresión juvenil con caracteres de expresión tardía de importancia económica, como calidad del fuste y desarrollo del volumen (Maldonado y Arias, 2002; Padua, 2003).

Se han propuesto también métodos basados en el grado de heterocigosidad genético de la madre en relación con el desempeño de su progenie (Murillo, 1999), así como la posibilidad de predecir la aparición temprana de caracteres cualitativos indeseables como bifurcación, torceduras en el fuste, grano en espiral, entre otros (Flores *et al.*, 2001). Por lo tanto, resulta de gran interés continuar investigando en procedimientos o métodos que permitan predecir el comportamiento del material genético seleccionado a la menor edad posible. Un método novedoso ha sido desarrollado por Leakey y Longmna (1986) con especies latifoliadas africanas, el cual se basa en observar el patrón de respuesta de la plántula a nivel de vivero a la decapitación o eliminación de su meristemo apical. Se ha encontrado en estos trabajos, que los individuos que responden con la emergencia de un único brote, son por lo general individuos de alta calidad y crecimiento dominante hasta el final de la rotación. Por el contrario, individuos que responden con la aparición de brotes múltiples, son precisamente aquellos que no logran que su yema líder o apical suprima las yemas laterales o aparición temprana de ramas. Experiencias iniciales fueron desarrolladas por el programa de mejoramiento genético forestal del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), con *Cedrela* sp. y *Cordia alliodora* hasta finales de la década de los años 90 (Newton *et al.*, 1995).

En el siguiente estudio se investigó esta técnica con la colección de clones de *Gmelina arborea* Roxb. (melina) de la Corporación Coopeagri R.L. en Pérez Zeledón, Costa Rica, con el fin de iniciar su observación a largo plazo y determinar la validez de este principio con esta especie.

METODOLOGÍA

El experimento fue llevado a cabo en el vivero forestal de la Corporación Coopeagri R.L., ubicado en Peñas Blancas de Pérez Zeledón, Costa Rica; el cual está situado a una altitud de 645 m, con una precipitación anual promedio de 3800 mm y una temperatura promedio anual de 28°C. El material base para el estudio se tomó de la colección de 29 clones de melina seleccionados como árboles plus, que forman parte del programa de mejoramiento genético de la empresa para la zona sur del país.

De cada uno de los 29 clones se obtuvieron vegetativamente como estaquillas enraizadas, 6 plantas o rametos que fueron transplantadas en bolsas plásticas negras de polietileno, con un relleno de 3:1 de suelo y compuesto orgánico, donde se les brindó el mantenimiento tradicional de fertilización, deshierbe y riego. Las plantas se desarrollaron hasta alcanzar un porte de unos 30 a 45 cm (12 semanas de edad) antes de iniciar con los ensayos. El ensayo se repitió en dos ocasiones. En la primera experiencia se evaluaron 19 clones, debido a la disponibilidad de material en ese momento; quedaron sin evaluar los clones 17, 18, 19, 20, 21, 22, 28 y 29. En el segundo ensayo si se logró evaluar la colección completa correspondiente a 29 clones. En ambos ensayos, cada clon estuvo representado por 6 rametos ordenados en una fila por clon (Figuras 1 y 2). Entre cada fila de clones se dejó un espacio de 10 cm. El material fue decapitado en febrero del 2005 en el primer ensayo. El segundo ensayo se realizó el 15 de abril del 2005, cuando los rametos tenían 6 semanas de transplantado a la bolsa y una altura entre 15 y 25 cm. A todas las plántulas se les decapitó o eliminó su yema apical con una tijera hasta la altura del segundo par de hojas verdaderas, dejando un tallo con un solo par de hojas (reducida a aproximadamente 1/6 de su área foliar) (Figura 1).



Figura 1. Clones de *Gmelina arborea* Roxb. (melina) una semana después de la decapitación. Coopeagri R.L., Pérez Zeledón, Costa Rica.



Figura 2. Clones de *Gmelina arborea* Roxb. (melina) decapitados y ordenados en filas de 6 rametos por clon. Coopeagri R.L., Pérez Zeledón, Costa Rica.

A los 6 rametos de cada clon se midió la longitud de cada uno de los brotes que surgieron; se determinó su grado de inclinación en dos categorías (horizontal si crecía menor a 45 grados de inclinación, o vertical si seguían un eje mayor a 45 grados); así como el número de brotes por rameto. El grado de dominancia apical fue determinado según lo propuesto por Newton *et al* (1995), adaptado de Leakey y Longmana (1986): el cociente obtenido de dividir la longitud del promedio de los brotes entre la longitud del brote más largo. Esta variable registró entonces valores entre 0 y 1. Un valor de 0 significa que se observó solamente un único brote en cada uno de los 6 rametos de cada clon. Valores cercanos a 1 indican la presencia de varios brotes o ausencia de una única yema dominante. Se midió además el crecimiento longitudinal semanalmente del brote mayor de cada plántula.

Los datos transformados fueron analizados por medio del análisis de varianza, utilizando el paquete estadístico SAS, con una confiabilidad del 95%. Previo al análisis de los datos, los valores en forma de porcentaje fueron transformados para garantizar su normalidad mediante la función:

$$\text{Dato transformado} = \arcseno \sqrt[3]{\%}$$

Se buscó determinar la existencia de diferencias significativas entre clones en cuanto a la respuesta a la decapitación. También fue importante conocer la variabilidad dentro de cada clon (entre rametos o intragenotípica), con el fin de determinar algún grado de estabilidad o repetibilidad en cuanto a este fenómeno. Podrá ser de interés a futuro, conocer de manera temprana, cuáles clones se espera que muestren una alta heterogeneidad en su desarrollo del meristemo principal. Se considera que aquellos clones con una alta estabilidad u homogeneidad en el desarrollo del meristemo apical serán por tanto los deseables.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 3 se puede observar que en las tres primeras semanas se obtuvo el mayor crecimiento de los brotes, que va paulatinamente declinando hacia la semana 5 a 6. Esto se explica posiblemente con que en los primeros días la planta requiere de manera urgente reestablecer su equilibrio metabólico. La planta debe reponer pronto su área foliar para poder recuperar su capacidad fotosintética y respiratoria. En el segundo ensayo el comportamiento del crecimiento de los brotes resultó similar en su patrón, aunque con mayor dinamismo, explicado posiblemente por tener una menor edad al momento de la decapitación (6 semanas versus 12 semanas de edad al momento de la decapitación). Para ambos ensayos las plántulas declinaron en su ritmo de crecimiento entre las semanas 5 y 6, posiblemente por ser el momento en que alcanzaron algún nivel de equilibrio

metabólico. Otra posible explicación es, que al estar en bolsas plásticas pequeñas, éstas van a limitar de alguna manera la capacidad de crecimiento de la brotación, pero principalmente de su sistema radical.

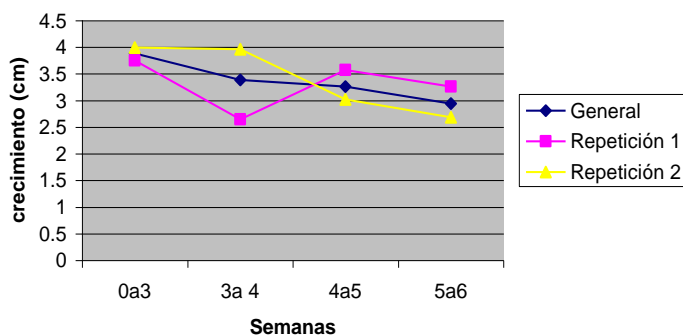


Figura 3. Tasa de crecimiento de los brotes en los clones de *Gmelina arborea* Roxb. (melina) después de la prueba de decapitación en vivero. Coopeagri R.L., Pérez Zeledón, Costa Rica.

Según el análisis de varianza efectuado con el paquete SAS entre clones (intergenotípico) y entre rametos dentro de cada clon (intra-genotípico), en todas las semanas en que se realizaron mediciones se obtuvieron diferencias altamente significativas entre clones (Cuadro 1). Es decir, la tasa de crecimiento de la brotación varió sustancialmente entre el grupo de clones investigados. Entre los rametos dentro de cada clon, tal y como se esperaba por ser el mismo genotipo, solamente se registraron diferencias significativas en el crecimiento de la brotación entre las semanas 4 y 5. Este resultado indica que a partir de esta semana, la planta ha alcanzado ya su equilibrio metabólico y que su comportamiento en crecimiento de aquí en adelante, podría explicarse por diferencias ambientales de otro tipo, tales como tamaño inicial del tallo, diámetro al cuello del tallo, desarrollo radical, etc., que es casi imposible que sean perfectamente iguales entre los rametos de un mismo clon.

Cuadro 1. Análisis de varianza para el crecimiento semanal de la brotación entre clones y entre rametos dentro de clon, del programa de mejoramiento genético de de *Gmelina arborea* Roxb. (melina). Coopeagri R.L., Pérez Zeledón, Costa Rica.

Fuente de variación	Carácter	Grados de libertad	Valor de F	Probabilidad de significancia
Clon	Crecimiento 0 a 3 semanas	28	3,36	0,0001 ***
Clon	Crecimiento 3 a 4 semanas	28	3,90	0,0001 ***
Clon	Crecimiento 4 a 5 semanas	28	3,04	0,0001 ***
Clon	Crecimiento 5 a 6 semanas	28	2,04	0,0025 **
Rameto	Crecimiento 0 a 3 semanas	5	2,08	0,0694
Rameto	Crecimiento 3 a 4 semanas	5	0,79	0,5566
Rameto	Crecimiento 4 a 5 semanas	5	3,15	0,0091 **
Rameto	Crecimiento 5 a 6 semanas	5	2,15	0,0612

Nota: ** diferencias significativas al 0,99%; *** al 0,999%

En las Figuras 4 y 5 se muestra el crecimiento de los brotes de cada clon a través del tiempo investigado.

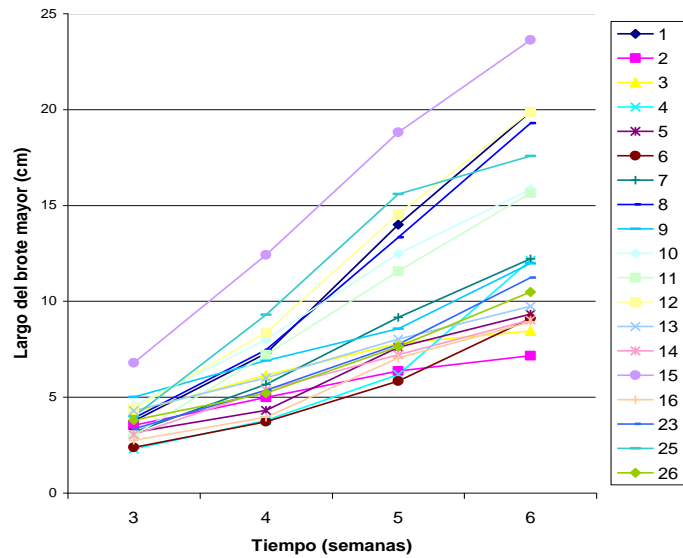


Figura 4. Crecimiento del brote dominante de clones de *Gmelina arborea* Roxb. (melina) posterior a la decapitación en el primer ensayo. Coopeagri R.L., Pérez Zeledón, Costa Rica.

Los clones 15, 12 y 1 registraron la mayor tasa de crecimiento del brote principal, mientras que los clones 2, 3, 6 y 5 fueron los que exhibieron la menor tasa de crecimiento. Para este mismo ensayo, los clones que mostraron la mayor dominancia apical fueron precisamente los que registraron la mayor tasa de crecimiento (Figura 6). Estos clones son genotipos que invierten la mayor parte de su energía en un solo brote dominante, que será el futuro fuste del árbol. De modo que logran suprimir la aparición o la activación de yemas laterales, que en el futuro serán sus ramas laterales y sus competidores principales por energía y recursos en general.

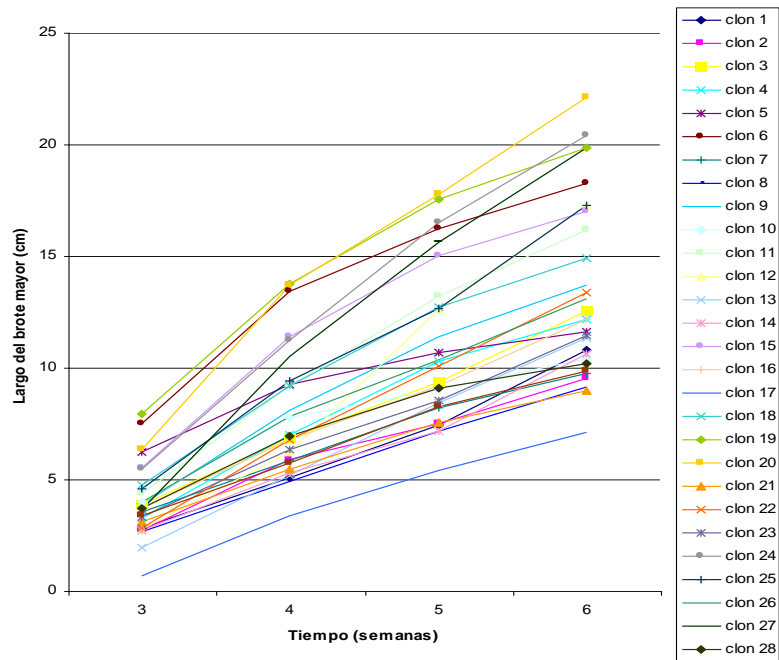


Figura 5. Crecimiento del brote dominante de clones *Gmelina arborea* Roxb. (melina) después de la decapitación, en el segundo ensayo. Coopeagri R.L., Pérez Zeledón, Costa Rica.

En el segundo ensayo de decapitación los clones 20, 24, 19, 27 y 6 registraron el mayor crecimiento. Mientras que los clones 17, 21, 8, 2, 29 y 7 fueron los que registraron el menor crecimiento. El clon 2 tuvo poco crecimiento en ambos ensayos, lo cual podría ser de utilidad a futuro, si esta manifestación se logra relacionar con una menor tasa de crecimiento en campo.

Para este segundo ensayo no se observó una clara correlación entre los clones con mayor dominancia apical y los de mayor crecimiento del brote, con excepción del clon 19 que sí registró alta dominancia y mayor crecimiento. Por el contrario, algunos clones como el 24 y el 6 exhibieron una relación inversamente proporcional entre su alta tasa de crecimiento del brote y su grado de dominancia. De manera análoga, los clones 2 y 8 registraron la menor tasa de crecimiento pero el mayor grado de dominancia (Figuras 5 y 7).

En las Figuras 6 y 7 se muestra en mayor detalle la distribución de los clones con respecto a su relación de dominancia de yema apical.

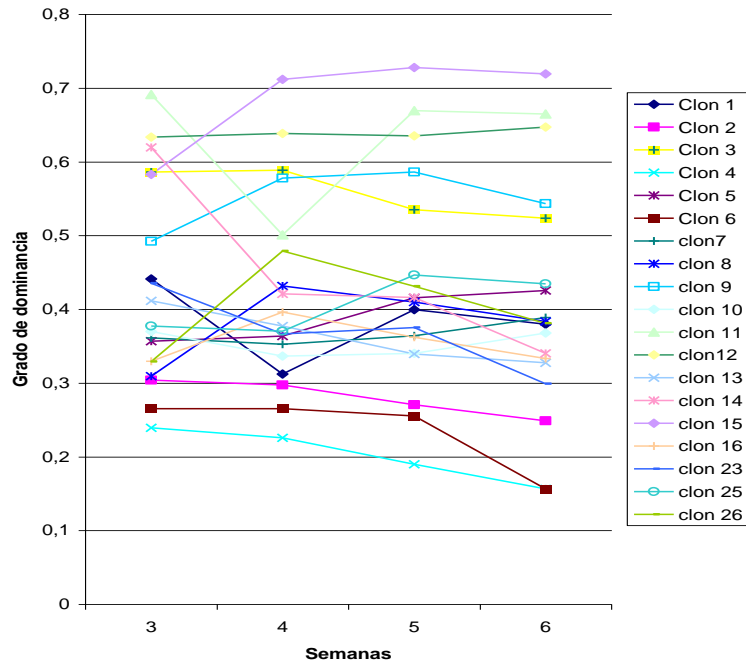


Figura 6. Primer ensayo del grado de dominancia apical del brote de clones decapitados de *Gmelina arborea* Roxb. (melina). Coopeagri R.L., Pérez Zeledón, Costa Rica.

Nota: cada valor de dominancia se obtuvo del promedio de las 5 mediciones (rametos) para cada clon.

Como se aprecia en la Figura 6, el mayor grado de dominancia ocurre en la medición de la semana 5. A partir de este momento, el grado de dominancia muestra una leve tendencia hacia la estabilidad. De manera análoga al fenómeno del crecimiento del brote, el grado de dominancia entra, a partir de la semana 5 ó 6, en una etapa donde la planta inicia su recuperación del nivel metabólico perdido por la decapitación. A partir de este momento, se expresa una mayor variación entre rametos dentro del clon, explicado por sus diferencias en tamaño y vigor (diámetro al cuello). Por lo tanto, es importante identificar cuáles son los clones que tienen mayor dominancia apical, así como qué tanto tiempo la mantienen, como criterios que podrán ser de utilidad en un protocolo futuro de selección temprana de clones.

El clon 4 fue el que registró el mayor grado de dominancia en el primer ensayo, seguido de los clones 6 y 2; mientras que los clones 15, 11, 12, 9 y 3, fueron los que registraron el menor grado de dominancia apical, respectivamente. Con el paso de las semanas, se observó una ligera tendencia a la estabilidad en el grado de dominancia de los clones (Figuras 6 y 7). Esta tendencia parece estar asociada a una mayor tasa de crecimiento; sin embargo, no se registraron valores significativos. Es importante también observar la estabilidad de algunos clones como el 12 y el 3 durante el período de mediciones, mientras que clones como el 11 ó el 14 registraron cambios pronunciados en su grado de dominancia, debido posiblemente a errores de tipo experimental, como la pérdida de algún brote en alguno de los rametos.

En el segundo ensayo se pudieron incluir todos los clones en el estudio, lo que generó un proceso de observación de mayor amplitud.

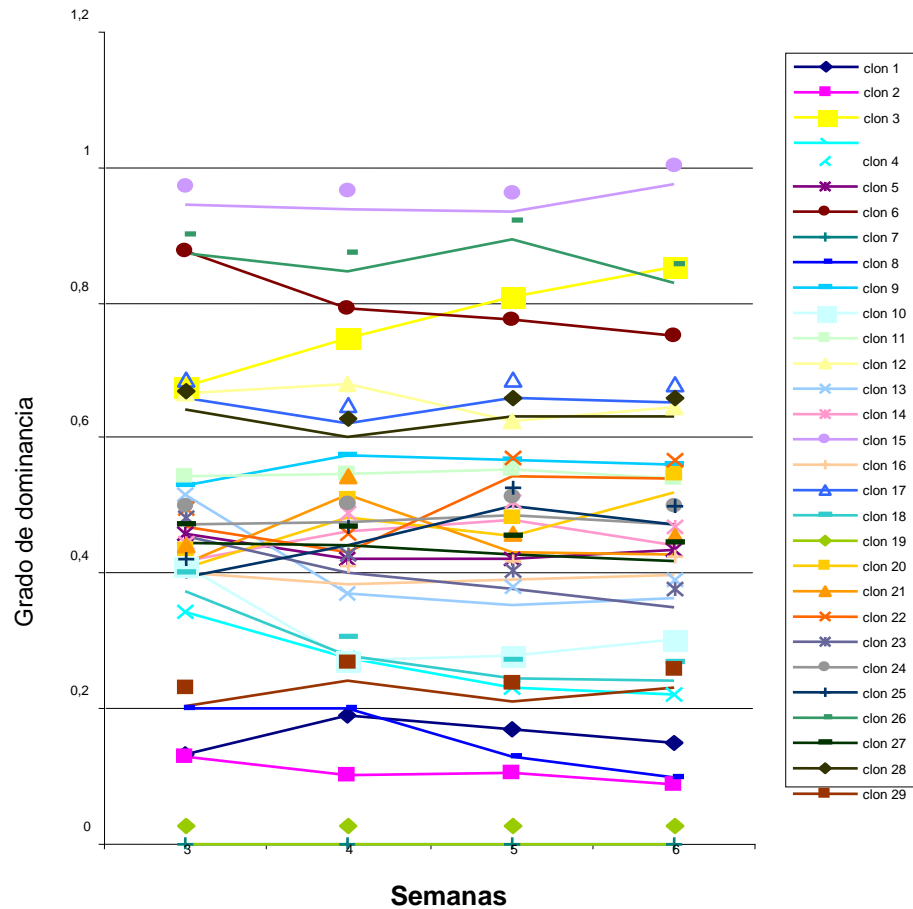


Figura 7. Grado de dominancia apical del brote de clones decapitados de *Gmelina arborea* Roxb. (melina) en el segundo ensayo. Coopeagri R.L., Pérez Zeledón, Costa Rica.

Nota: cada valor de dominancia se obtuvo del promedio de las 5 mediciones (rametos) para cada clon.

Los clones 7 y 19 exhiben una excelente dominancia apical, ya que todos sus individuos decapitados presentaron un único brote, lo que llevó a tener un grado de dominancia de cero (Figuras 8 y 9). El clon 7 mejoró significativamente en el segundo ensayo en relación con su grado de dominancia. Los clones 2 y 4 presentaron un grado de dominancia igualmente alto, similar a lo observado en el primer ensayo, mostrando consistencia en su comportamiento. Los clones 1, 8, 29 y 27, mostraron también una alta dominancia apical en este segundo ensayo. Por el contrario, los clones 6, 24, 26 y 3 exhibieron una muy baja dominancia apical.



Figura 8. Clon 19 de *Gmelina arborea* Roxb. (melina) mostrando la aparición de un único brote dominante en sus 5 rametos, después de aplicársele la decapitación de su meristemo principal. Coopeagri R.L., Pérez Zeledón, Costa Rica.



Figura 9. Rameto del clon 19 de *Gmelina arborea* Roxb. (melina) exhibiendo una fuerte dominancia apical. Coopeagri R.L., Pérez Zeledón, Costa Rica.

Los clones con menor dominancia apical en el segundo ensayo fueron el 3, 6, 15 y 26. Otros clones que registraron baja dominancia apical fueron el 12, 17 y 28 (ver Figura 10). El clon 3 repite exhibiendo una baja dominancia en ambos ensayos. Es probable que este clon, en un futuro, vaya a tender a formar mucha cantidad de ramas, ramas gruesas y a crecer más lento, ya que destinarán mucha energía en el crecimiento de sus ramas y brotes. Este tipo de predicción temprana podrá constatararse con el seguimiento en campo de los ensayos clonales establecidos por la Corporación Coopeagri R.L.



Figura 10. Rametos del clon 28 de melina *Gmelina arborea* Roxb. (melina) con una dominancia apical baja (aparición de varios brotes) después de la decapitación. Coopeagri R.L., Pérez Zeledón, Costa Rica.

Como se aprecia en el Cuadro 2, en la medición efectuada a la semana 3 no se determinaron diferencias significativas entre los clones. Sin embargo, a partir de la semana 4 si se logra registrar diferencias significativas entre clones, valor que aumenta en significancia conforme se registran nuevas mediciones.

Cuadro 2. Análisis de varianza obtenido para determinar si existen diferencias entre clones de *Gmelina arborea* Roxb. (melina) para el grado de dominancia después de la decapitación en vivero. Coopeagri R.L., Pérez Zeledón, Costa Rica.

Fuente de variación	Carácter	Grados de libertad	Cuadrado medio	Valor de F (calculado)	Valor de significancia (1 - ∞)
Clon	Grado de dominancia a la semana 3	28	0,20764	1,34	0,1284
	Grado de dominancia a la semana 4	28	0,23499	1,67	0,0227 *
	Grado de dominancia a la semana 5	28	0,25915	1,84	0,0087 **
	Grado de dominancia a la semana 6	28	0,25680	1,87	0,0072 **

Nota: * diferencias significativas al 95%, ** al 0,99%

Estos resultados sugieren la existencia de cuatro tipos de clones en relación con su respuesta a la decapitación.

- a. Clones que muestran un alto vigor (alta tasa de crecimiento de un único o muy pocos brotes) y un alto grado de dominancia. Este es el material ideal desde el punto de vista de selección temprana. Se presume que este tipo de individuos son aquellos que exhibirán un crecimiento alto y toda su energía invertida en un fuste único, con presencia débil de ramas. Tenemos en este grupo a los clones 7, 19, y el 29.
- b. Clones que expresan un brote vigoroso, pero una baja dominancia apical. Este material parece seguir el modelo del comportamiento de una planta de alto vigor. Su mayor tasa de crecimiento está posiblemente relacionada con su capacidad y necesidad de recuperar rápidamente el equilibrio metabólico perdido con la decapitación. Se espera que este tipo de plantas manifiesten una respuesta muy agresiva en crecimiento ante el estado de estrés provocado con la decapitación, de modo que su estrategia será recuperar a la mayor brevedad, su capacidad fotosintética, activando todas sus posibles yemas capaces de generar un nuevo brote. Estos clones son posiblemente de alta tasa de crecimiento, lo cual es muy deseable, pero también acompañados de una presencia importante de ramas que podrían competir por recursos con el eje dominante. Muy probablemente, este tipo de clones sean los que requieran la realización de deshijas tempranas y repetidas, en los primeros estadios de la plantación.
- c. Se tienen clones que presentan un bajo vigor (menor crecimiento del brote) pero una alta dominancia de su yema principal. Este tipo de material parece seguir un patrón de recuperación del estrés en forma lenta, que no parece requerir de manera inmediata la recuperación de su área foliar después de la decapitación. Posiblemente se trate de clones que exhiban una tasa de crecimiento menor, pero una presencia baja de ramas y poca aparición de brotes basales, que no requieran por tanto, la realización de deshijas o podas desde temprana edad. En este grupo puede ubicarse de manera típica a los clones 1, 2, 4 y 8. Debe señalarse que el clon 2 repite en ambos ensayos con el mismo comportamiento.
- d. Clones que manifiestan bajo vigor y baja dominancia apical después de la decapitación. Este tipo de clones son probablemente genotipos que no parece que requieran recuperar su

capacidad fotosintética de manera acelerada, y al parecer, presentan una yema dominante que no es un líder claro y permite la aparición de yemas laterales. Si resulta cierta la existencia de una alta correlación entre esta expresión temprana y su posterior desarrollo en campo, este tipo de clones deberán ser eliminados del programa de mejoramiento genético. Claramente, esta técnica podría ser una herramienta de gran valor, aún cuando no se decida la eliminación total y temprana de material genético de un programa. Podría también utilizarse al menos como un primer filtro, de modo que se proponga no plantar comercialmente este tipo de genotipos, hasta tanto los ensayos genéticos determinen con exactitud su verdadero potencial para la producción de madera. En este grupo se puede ubicar a los clones 3, 14, 17, 26 y el 28.

Existen algunos pocos genotipos que no expresan una ubicación exacta en estos cuatro grupos. Son aquellos individuos que exhiben un valor medio en vigor y en grado de dominancia. Para poder ubicarlos de manera más precisa, se requiere el uso de un índice integrado de selección o también, de una definición de un valor medio en vigor (crecimiento) y un valor medio de dominancia apical. Con estos valores se puede construir un eje de coordenadas ($x = \text{vigor}$, $y = \text{dominancia}$), que permitirá ubicar espacialmente cuatro cuadrantes con la distribución de todos los genotipos del programa de mejoramiento en cada uno de ellos.

CONCLUSIONES

La técnica de decapitación en vivero demuestra su potencial para poder ubicar, de manera temprana y preliminar, los clones de un programa de mejoramiento genético en cuatro tipos de material genético a saber:

- a. Genotipos con alto vigor y alta dominancia apical, que deberá ser el material a utilizar a escala comercial al inicio de un programa de mejoramiento genético. En este grupo deberá ubicarse a los clones de melina de la Corporación Coopeagri 7, 19 y 29.
- b. Genotipos con alto vigor, pero baja dominancia apical. En este grupo se ubican los clones de melina 6, 9, 15, 20 y 24.
- c. Genotipos de bajo vigor, pero alta dominancia apical, donde se ubican los clones 2, 4 y 8.
- d. Por último, los genotipos de bajo vigor y baja dominancia apical. Este es el grupo menos deseable, por lo tanto estos clones no deberán utilizarse de momento a escala comercial. Los clones 3, 14, 17, 26 y 28 constituyen este grupo. Su valor debe ser únicamente para formar parte de los ensayos genéticos, pero no para establecer plantaciones comerciales.

Los resultados muestran la necesidad de tomar datos al menos por 5 semanas después de la decapitación, para lograr que se exprese claramente la expresión del genotipo y poder establecer apropiadamente su patrón de comportamiento.

Se recomienda en futuros trabajos, construir un eje de coordenadas para las dos variables (vigor y dominancia apical), cuyos valores medios permitirán ubicar espacialmente a todos los genotipos del programa de mejoramiento en los cuatro cuadrantes (alto vigor y alta dominancia, alto vigor y baja dominancia, bajo vigor y alta dominancia, bajo vigor y baja dominancia).

El vigor de la planta deberá evaluarse con base en el incremento de su altura o del diámetro al cuello; y no como en esta oportunidad, que se basó únicamente en su valor de altura total sin considerar su crecimiento o desarrollo inicial.

BIBLIOGRAFÍA

- Flores, M; *et al.* 2001. Posibilidades de detección temprana de individuos defectuosos en *Cupressus lusitanica* como complemento de mejoramiento genético. *Revista Forestal Latinoamericana* 16(30):101-113.
- Leakey, R; Longmana, K. 1986. Physiological, environmental and genetic variation in apical dominance determined by decapitation in *Triplochiton scleroxylon*. *Tree Physiology* 1:193-207.
- Maldonado, J; Arias, E. 2002. Posibilidades de selección temprana en *Pinus patula*, *Pinus radiata* y *Eucalyptus globulus*. *Práctica de Especialidad*. Cartago, CR, Instituto Tecnológico de Costa Rica. Escuela de Ing. Forestal. 56 p.
- Murillo, O; Badilla, Y. 2004. Breeding teak in Costa Rica. Consultado 5 feb, 2006. Disponible en: www.ncsu.edu/feop/iufro_genetics2004/proceedings.pdf
- Murillo, O. 1999. Relación entre el grado de heterocigosidad y características de las semillas en *Alnus acuminata*. *In* Simposio sobre Avances en la Producción de Semillas Forestales en América Latina, (2º, 1999, Santo Domingo, DO). Memoria. pp. 105-108.
- Newton, A; Cornelius, J; Mesén, F; Leake, R. 1995. Genetic variation in apical dominance of *Cedrela odorata* seedlings in response to decapitation. *Silvae Genetica* 44:146-150.
- Padua, F. 2003. Juvenile selection of *Gmelina arborea* clones in the Philippines. *In* Recent Advances with *Gmelina arborea* (2003, North Caroline, US). Eds. WS. Dvorak, *et al.* North Caroline State University, US. 7 p. (This document is also available on CD-ROM).
- Zobel, B; Talbert, J. 1984. *Applied Forest Tree Improvement*. New York, US, John Wiley & Sons. 505 pp.