

## Promoción de floración en huertos semilleros de *Pinus maximinoi* y *Pinus tecunumanii* en Colombia

Por Nhora Isaza, Maestra en Ciencias en Smurfit Kappa Cartón de Colombia

### Introducción

La producción de semilla de pinos en el trópico es bastante compleja debido especialmente a la falta de sincronización entre la dispersión del polen y la receptividad de los estróbilos femeninos (Owens 1995; Ibrahim 1977; Sirikul and Luukkanen 1987). Esta condición crea una severa limitación para la producción de conos y semillas de las especies de pino plantadas comercialmente, por lo cual un método efectivo de inducción de semilla es muy valioso. El objetivo de este estudio fue examinar la efectividad de diferentes aplicaciones de giberelina ( $GA_{4/7}$ ) al fuste de los árboles en los huertos semilleros de *P. tecunumanii* de baja elevación y *P.*

*maximinoi* de propiedad de Smurfit Kappa Cartón de Colombia, miembro de Camcore en este país.

### Tiempo de Aplicación y productos usados

En las especies de pino en la zona templada la iniciación de los estróbilos femeninos y masculinos ocurre en los meses secos. A pesar de que en Colombia la distribución de las lluvias es bastante uniforme a lo largo del año, normalmente se puede diferenciar una estación seca entre Julio y Agosto, razón por la cual se definió el mes de Agosto del 2007 como el tiempo mas conveniente para la aplicación de  $GA_{4/7}$ .

Por falta de disponibilidad del producto comercial Procone © fabricado por

Valent Biosciences, formulado para aspersiones o inyecciones al fuste en la familia *Pinaceae*, fue necesario utilizar otro producto fabricado por la misma empresa llamado ProVide® 10 sg. el cual es formulado para aspersiones foliares en frutales. Ambos productos tienen el mismo ingrediente activo  $GA_{4/7}$ .

### Material Genético

Las aplicaciones de la  $GA_{4/7}$  se realizaron en huertos semilleros de *P. maximinoi* y *P. tecunumanii* de 11 y 5 años respectivamente (Tabla). En el Experimento 1, 15 clones de cada especie fueron seleccionados y en el Experimento 2, 12 clones de cada especie. Los clones fueron clasificados como (continúa en la página 4)

## Noticias breves Camcore

Camcore entregó semillas de *P. patula* para el establecimiento de estudios de segunda generación al Gobierno de Veracruz, miembro de Camcore en México. Las semillas fueron cosechadas por miembros de Camcore en árboles seleccionados de los estudios de primera generación en Sur Africa y Colombia. Las semillas originalmente sembradas en estos países eran provenientes del estado de Veracruz y otros estados en México.

Camcore continúa trabajando en el intercambio de semillas de Teca entre los miembros que tienen plantaciones de la especie. Estimamos la distribución de los ensayos a los miembros contribuyentes de semillas entre los meses de julio y septiembre de este año. En Guatemala como en los otros países se establecerán ensayos con las fuentes colectadas en todos los países: Costa Rica, Colombia, Guatemala, Indonesia, Mozambique, Tanzania, y muy probablemente Laos y Tailandia.

Para el mes de agosto tenemos programado dictar un curso de tres días para el personal del Centro de Mejoramiento Genético y Banco de Semillas Forestales de Nicaragua sobre propagación vegetativa de especies forestales, colecta de semillas y mejoramiento genético.

En el mes de mayo Camcore realizará visita a México para tratar aspectos técnicos y de planificación de proyectos con sus miembros Fomex y el Gobierno de Veracruz. También se hará visita al Colegio de Postgraduados para conocer el estado actual de los estudios de reintroducción de *Pinus patula* en los estados de Hidalgo y Puebla.

La reunión anual de Camcore se realizará en Uruguay este año entre el 8 y el 15 de noviembre, donde dos de sus miembros serán los anfitriones, Weyerhaeuser y StoraEnso Uruguay. Ambas empresas tienen proyectos forestales en los cuales desarrollan investigación con Camcore.

## En este ejemplar:

Promoción de floración en huertos semilleros de *Pinus maximinoi* y *Pinus tecunumanii* en Colombia. 1

Noticias breves Camcore. 1

Carta del Director del Programa. 2

Efecto de la silvicultura y la genética en la deformación del fuste (sinuosidad) en árboles forestales. 3

Conservación del abeto y estudio de diversidad genética del abeto del Este (*Tsuga canadensis*) en el Norte de los Estados Unidos. 6



Aplicación de giberelina al fuste de *P. maximinoi* para la inducción de floración en huerto semillero.



Producción de estróbilos femeninos en *P. maximinoi* inducidos por el efecto de la aplicación de giberelina.



## Carta del Director del programa Camcore

Estimados lectores:



*Dr. William Dvorak, Director de Camcore y Profesor en la Universidad Estatal de Carolina del Norte.*



*Ensayo Camcore de segunda generación de P. maximinói, propiedad del INAB y el Grupo DeGuate en la finca Sta. Anita, Cobán, Alta Verapaz, Guatemala. Elmer Gutiérrez, representante de Camcore en Guatemala.*



*Estudio de segunda generación de Gmelina arborea de un año de edad en la empresa Sumalindo Lestari Jaya, miembro de Camcore en Indonesia.*

Estos son tiempos difíciles para los programas de investigación forestal. A menudo, durante años de dificultades económicas, los presupuestos de investigación son reducidos dramáticamente y a muchas personas se les dice que busquen empleo en otra parte. Las organizaciones reclaman que ellos están ahorrando dinero, pero realmente lo que están es perdiendo retorno a la inversión. La continuidad es la clave del éxito para cualquier programa de mejoramiento genético forestal. Un programa forestal bien manejado podría intentar reducir costos operacionales del programa de investigación durante las épocas de recesión económica, pero nunca desmontar todo un equipo de investigación bajo el pretexto de ahorro en costos.

Miremos los hechos. Un ciclo de mejoramiento es el tiempo que transcurre desde el establecimiento de los ensayos de progenie en la primera generación, hasta el establecimiento de los ensayos de progenie de la segunda generación. En el período de tiempo comprendido entre el principio y el final del ciclo, hay mucho trabajo por hacer, incluyendo la medición de los ensayos, análisis, establecimiento de huertos semilleros, y colecta de semillas. A medida que hagamos el ciclo de mejoramiento mas corto, mas dinero estamos ganando para la organización, porque estamos plantando árboles productivos en el campo mas pronto. Una ganancia del 20% en productividad en 20 años probablemente no es efectiva en costos, pero la misma ganancia en un período de 10 años ciertamente es financieramente rentable. Encontrando alguna forma de reducir el ciclo de mejoramiento, aún por 6 meses, tal como reduciendo el tiempo de floración para hacer los cruces mas temprano de lo normal, significa unas ganancias financieras tremendas para cualquier organización. Cualquier problema que retrase el programa de mejoramiento, bien sea un pobre manejo organizacional del programa de investigación o recesiones económicas que desaceleren o interrumpen el trabajo, reducen el retorno de la inversión.

Otro aspecto que hay que tener en cuenta cuando los gerentes están considerando la reducción de personal es el conocimiento técnico y la experiencia del personal de investigación. Generalmente, los mejoradores tienen buena experiencia y conocimiento técnico en actividades como la selección de árboles, realización de injertos, diseños de los ensayos, análisis de los datos, y propagación vegetativa. Aunque es posible reducir el número de trabajadores de campo asociados con el programa de investigación, reemplazar los "investigadores altamente entrenados" es una decisión de alto riesgo. Usualmente, el costo de un reemplazo y el tiempo de entrenamiento del nuevo investigador es mucho mas alto que el salario actual del investigador original durante la recesión económica.

Aún, durante la recesión económica deberá haber un mantenimiento continuo de los ensayos de campo (gastos operacionales), especialmente de los ensayos jóvenes. Si las malezas invaden los ensayos por la falta de mantenimiento, el valor genético del ensayo se pierde. Efectos ambientales, tales como la competencia por malezas, han alterado la respuesta en crecimiento de los árboles y enmascaran nuestra habilidad de escoger los ganadores (los mejores árboles) basados en su calidad genética. Cada investigador debería saber el costo por hectárea del establecimiento, mantenimiento y medición de sus ensayos.

Los investigadores tienen que realizar un mejor trabajo durante una recesión económica al explicarle a la alta administración el valor de la investigación del mejoramiento genético forestal. La conversación debe ser en términos financieros que sean entendidos por la administración. Los investigadores tienen que responder las preguntas de la ganancia financiera potencial para la organización en el largo plazo para continuar con los programas de mejoramiento genético. Este no es el momento para discusiones filosóficas con la alta administración sobre el beneficio del mejoramiento genético.

Conozca los hechos, tenga confianza, y crea que hay mejores días por venir.

Sinceramente,

*Bill Dvorak*

Director



## Efecto de la silvicultura y la genética en la deformación del fuste (sinuosidad) en árboles forestales (continuación de la publicación anterior)

Por el Dr. Jesús Alberto Espinoza, Investigador en Camcore



Foto 1. *Pinus taeda* de 3 años de edad exhibiendo sinuosidad del fuste y sinuosidad en las ramas.

**Los resultados obtenidos indicaron que tanto la sinuosidad del fuste como la sinuosidad en las ramas aumentaron con la fertilización. Altos niveles de nitrógeno fueron asociados con la presencia y/o formación de la sinuosidad del fuste y las ramas y negativamente correlacionado con el manganeso.**

En la edición anterior fue señalado que la deformación del fuste en los árboles depende de factores tanto genéticos como silviculturales, los cuales requieren ser investigados para eliminar o reducir el efecto negativo de la deformación en la calidad de la madera de las plantaciones forestales. En esta edición hablaremos sobre los resultados de uno de los dos ensayos establecidos con *Pinus taeda* en el sureste de los Estados Unidos de América, para evaluar como la adición de nutrientes y la genética afectan la deformación del fuste y en particular la sinuosidad del fuste del *Pinus taeda*.

El primer ensayo utilizado para cumplir con los objetivos anteriormente señalados fue el estudio **Southeast Tree Research and Education Site (SETRES-2)** previamente establecido por la Cooperativa de Mejoramiento Genético (Tree Improvement Cooperative) de la Universidad Estatal de Carolina del Norte en el condado de Scotland, en Carolina del Norte. Este estudio está localizado sobre un suelo arenoso de muy baja fertilidad y excesivo drenaje. El material genético utilizado fueron 5 familias de polinización abierta de la procedencia "Lost pine" de Texas (LPT) y 5 familias de polinización abierta de la procedencia Atlantic Coastal Plain (ACP) de Carolina del Norte y Carolina del Sur. El diseño experimental fue de parcelas en bloques divididos con dos tratamientos de nutrientes (fertilizado y no fertilizado) y 10 replicaciones. Cada año se realizaron aplicaciones de fertilizantes para mantener las adecuadas

cantidades de nutrientes requeridas por los árboles, basadas en los análisis de los nutrientes en el follaje. Cada familia fue establecida como familia-parcela de 100 árboles plantados con un espaciamiento de 1.5 x 2 m. Las mediciones se realizaron solo en los 64 árboles interiores. Para el efecto del estudio de sinuosidad del fuste, solo se consideraron las mediciones cuando el ensayo tenía 12 años.

Adicionalmente a las mediciones de altura, diámetros, magnitud de la sinuosidad en el fuste y en las ramas, enfermedades del fuste (cáncer) y bifurcación, también se seleccionaron aleatoriamente dos árboles por familia, tratamiento y réplica que mostraran sinuosidad y dos sin sinuosidad. Se colectaron muestras de tejidos de madera de las yemas terminales o puntos de crecimiento de las ramas mas cercanas al ápice principal del fuste en el primer tercio de la copa (Foto 2) para luego determinar los niveles de nutrientes a través de análisis químicos en el laboratorio.

Los datos obtenidos de las mediciones fenotípicas fueron analizados y las correlaciones fenotípicas a nivel de familia (promedio) fueron calculadas para determinar la relaciones entre altura y sinuosidad del fuste, altura y sinuosidad en las ramas y entre sinuosidad en el fuste y sinuosidad en las ramas. Adicionalmente, la relación entre las concentraciones de los nutrientes fue determinada a nivel de familias por tratamiento dentro de cada procedencia haciendo uso del análisis de los componentes principales para evaluar la

relación entre las variables. Las matrices de correlación a nivel de familia originadas del análisis de los componentes principales fueron usadas para determinar la relaciones entre los nutrientes, deformidad del fuste y de las ramas y la altura de los árboles.

Los resultados del análisis fenotípico mostraron que la sinuosidad del fuste y de las ramas están altamente correlacionadas ( $r = 0.99$ ) cuando las familias de las dos procedencias fueron combinadas (Figura 1). La alta correlación a nivel de familia indica que si una familia tiende a mostrar sinuosidad en el fuste es altamente probable que también exhiba sinuosidad en las ramas. Esta correlación es muy importante ya que dependiendo de la edad de la plantación cuando se evalúa la sinuosidad del fuste, la misma pudiera ser no muy evidente debido al crecimiento en diámetro del árbol; por tanto la sinuosidad del fuste pudiera ser sustituida o evaluada a nivel de las ramas dando altos niveles de confiabilidad en los resultados.

Los resultados obtenidos indicaron que tanto la sinuosidad del fuste como la sinuosidad en las ramas aumentaron con la fertilización. Estos resultados son similares a los obtenidos en otros estudios en *Pinus radiata* en Australia (Bail and Pederick 1989, Birk 1991, Hopmans et al. 1995) donde la sinuosidad fue asociada con la adición de nutrientes, especialmente nitrógeno (N). Altos niveles de nitrógeno fueron asociados con la presencia y/o formación de la (continúa en la página 6).

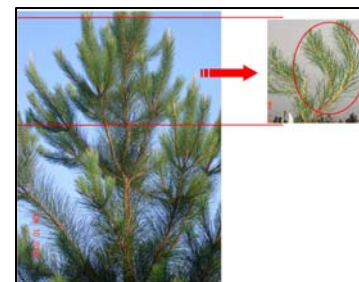


Foto 2. *Pinus taeda* de tres años de edad mostrando la sección de la copa donde se colectaron las muestras de tejidos de madera.



## Promoción de floración en huertos semilleros de *Pinus maximinoi* y *Pinus tecunumanii* en Colombia (viene de la página 1)

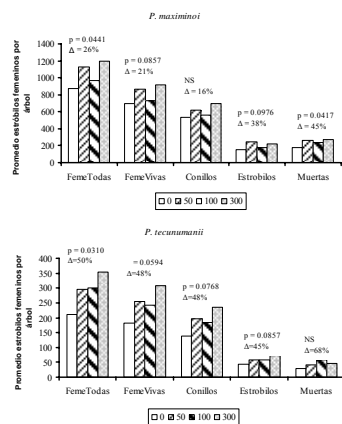


Figura 1. Efecto de tres niveles de  $GA_{4/7}$  en la inducción de floración en huertos semilleros de *P. maximinoi* y *P. tecunumanii* en Colombia. Experimento 1.

**Inyecciones al fuste con  $GA_{4/7}$  en árboles plantados en el campo pueden promover la producción de flores femeninas después de seis meses de aplicado el tratamiento en *Pinus maximinoi* y *Pinus tecunumanii*.**

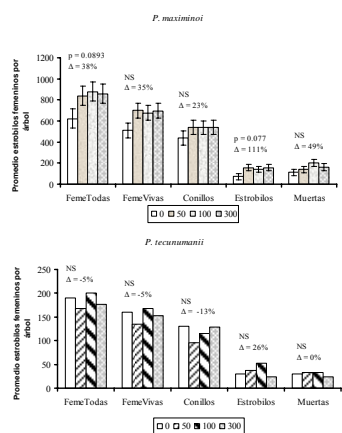


Figura 2. Efecto de tres niveles de tratamiento con  $GA_{4/7}$  en la inducción de floración en huertos semilleros de *P. maximinoi* y *P. tecunumanii* en Colombia. Experimento 2.

buenos, promedios y pobres productores de semilla y un rameto por clon fue seleccionado al azar para cada uno de los cuatro tratamientos.

### Tratamientos

Experimento 1: Tres tratamientos de ProVide® 10 sg. en Agosto del 2007. En 750 ml de agua destilada se disolvieron 18.75, 37.5 y 112.5 gramos de ProVide® 10 sg. para obtener soluciones con concentraciones de 2.5, 5.0 y 15.0 mg/ml del ingrediente activo. Dichas soluciones y un control de agua destilada fueron inyectadas a los fustes de los árboles siguiendo las técnicas descritas por Philipson (1985). Un análisis posterior de laboratorio mostró que no hubo una completa dilución del producto, sugiriendo que la máxima cantidad de ingrediente activo inyectada fue de aproximadamente 8.7 mg/árbol.

Experimento 2: Tres tratamientos de ProCone® en Septiembre del 2007. Para alcanzar el objetivo de obtener soluciones con concentraciones de 0, 50, 100 y 300 mg/árbol de ingrediente activo se inyectaron al fuste 1.19, 2.38 y 7.14 ml de ProCone® mas un control de agua destilada.

### Resultados y Discusión

**Experimento 1:** En ambas especies hubo una respuesta significativa en el número de estróbilos femeninos comparando los tres tratamientos juntos versus el control. El *P. maximinoi* tratado con 300, 100 y 50 mg de  $GA_{4/7}$  dio un promedio de 1,193, 968 y 1,128 estróbilos femeninos por árbol respectivamente versus 870 en promedio para los controles. Para el

*P. tecunumanii* los árboles tratados con las mismas dosis promediaron 353, 301 y 297 respectivamente versus 211 en promedio para los controles. Contrastes ortogonales de los tres tratamientos versus el control mostraron que hubo un incremento en la producción de estróbilos femeninos de *P. maximinoi* y *P. tecunumanii* del 26% y del 50% respectivamente, diferencia que puede ser explicada por el menor tamaño de los árboles de *P. tecunumanii*. Figura 1.

### Experimento 2:

Comparando todos los tratamientos con el control se observa un importante efecto para el *P. maximinoi*. Los árboles tratados con 300, 100 y 50 mg de  $GA_{4/7}$  promediaron 859, 878 y 838 estróbilos femeninos por árbol respectivamente vs. 623 en promedio para los controles con un incremento del 38%. A diferencia del *P. maximinoi* no hubo evidencia de ningún efecto de la hormona en la producción de estróbilos femeninos en *P. tecunumanii*. Figura 2. En efecto, las medias para muchas de las variables fueron mas bajas para los tratamientos que para los controles. La anterior respuesta puede estar influenciada por diferencias en precipitación en los dos huertos semilleros. En el huerto semillero de *P. maximinoi* en la finca Cabuyerita el patrón de precipitación fue típico, con un período seco de Junio a Septiembre. En este sitio las dos aplicaciones realizadas en Agosto y Septiembre produjeron un incremento en la producción de flores femeninas. A diferencia en el huerto semillero de *P. tecunumanii* en la finca Aguaclara la precipitación

en el 2007 fue mucho mas alta que el promedio histórico de Junio a Agosto, lo cual pudo haber limitado la respuesta del *P. tecunumanii* en el Experimento 2. Philipson (1983) encontró que bajo condiciones de humedad y bajas temperaturas,  $GA_{4/7}$  es completamente inefectiva en la promoción de floración.

### Conclusiones

Inyecciones al fuste con  $GA_{4/7}$  en árboles plantados en el campo pueden promover la producción de flores femeninas después de seis meses de aplicado el tratamiento en *P. maximinoi* y *P. tecunumanii*. La inyección al fuste es un tratamiento fácil y barato que puede provocar moderada fitotoxicidad a los árboles tratados los cuales pueden recuperarse en un lapso de tiempo corto.

	Sitios de los huertos semilleros	
	Aguaclara	Cabuyerita
Especie	<i>P. tecunumanii</i>	<i>P. maximinoi</i>
Latitud	3° 41' N	2° 31' N
Longitud	76° 32' O	76° 34' O
Elevación (asnm)	1585	1810
Área (ha)	3.0	3.5
Precipitación (mm)	1166	2125
Temperatura (°C)	22	18
Año de plantación	2003	1997
Suelos	Vertisoles	Andisoles
Espaciamiento (m)	10 x 5	10 x 10
Número de clones	36	36

### Referencias

- Ibrahim, S. 1977. Problems of seed production in moist tropical climates. FAO/IUFRO. Third World Consultation on Forest Tree Breeding, Canberra, Session 4: Constraints on Progress. pp: 808-818
- Philipson, J.J. 1983. The role of gibberellin  $A_{4/7}$ , heat and drought in the induction of flowering in Sitka spruce. J. Exp. Bot., **34**: 291-302.
- Philipson, J.J. 1985. The promotion of flowering in large field-grown Sitka spruce by girdling and stem injections of gibberellin  $A_{4/7}$ . Can. J. For. Res. **15**:166-170.
- Sirikul, W. and Luukkanen, O. 1987. Promotion of flowering using exogenous plant hormones in tropical pines. For. Eco. and Management. **19**: 155-161
- Owens, J.N. 1995. Constraints to seed production: temperate and tropical forest trees. Tree Physiology **15**: 477-484.



## Camcore continúa su trabajo de conservación del abeto y está estudiando la diversidad genética del abeto del Este (*Tsuga canadensis*) en el Norte de los Estados Unidos.

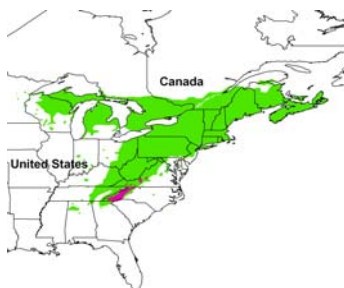
Por el Dr. Robert Jetton, líder del proyecto del abeto en Camcore

Desde el año 2003 Camcore ha venido trabajando en cooperación con el Servicio Forestal de los Estados Unidos de América para conservar los recursos genéticos de los árboles de abeto (*Tsuga spp.*), que son nativos de la parte este del país y que se han puesto en peligro de extinción por una especie de insecto exótica llamada el *Adelges tsugae*. Durante los últimos seis años este proyecto de tres fases se ha venido desarrollando en el sureste de los EUA a través de las colectas de semillas y el establecimiento de bancos de conservación *ex situ* de poblaciones de *T. caroliniana* (Fase 1) y *T. canadensis* (Fase 2). Hasta la fecha hemos tenido mucho éxito colectando semillas de cerca de 300 árboles madre en 40 poblaciones y establecido bancos de conservación del abeto Carolina en Chile y los EUA. Este trabajo se ha desarrollado con recursos económicos entregados a Camcore por parte del Servicio Forestal.

En el 2009, Camcore y el Servicio Forestal están empezando a trabajar en la tercera fase del programa de conservación del abeto, en la cual la colecta de semillas y el establecimiento de bancos de conservación se desarrollarán para poblaciones del abeto del Este que ocurren en las partes noreste y mediano oeste de los EUA. Camcore anticipa la recepción de fondos por valor de \$300,000 dólares del Servicio Forestal para soportar este programa durante el verano del 2009. El primer paso de la fase 3 es la descripción de patrones

de diversidad genética dentro y entre poblaciones del abeto del Este en la parte norte de su rango geográfico, determinando los sitios donde ocurren bolsillos de variación genética alta y baja, y las poblaciones que podrían tener alelos raros. Los resultados de este estudio genético le permitirán a Camcore apuntar a áreas prioritarias para la colecta de semillas y capturar los máximos niveles de diversidad genética para su inclusión en los bancos de conservación. Este proyecto de investigación está siendo realizado en cooperación con el Dr. Valerie Hipkins en el laboratorio de genética forestal del Servicio Forestal (NFGEL) en California y el Dr. Kevin Potter, investigador de postdoctorado quien anteriormente trabajó para Camcore y quien es actualmente profesor asistente de investigación en el Departamento Forestal y de Recursos Ambientales en la Universidad Estatal de Carolina del Norte. El Dr. Robert Jetton y el señor Andy Whittier, empleados de Camcore están coordinado la colecta de muestras foliares de 1,000 árboles madre en 50 poblaciones del abeto del este en el nordeste y en el mediano oeste. Estas muestras están siendo enviadas al NFGEL para su análisis y la definición del genotipo. Los datos resultantes serán combinados con datos similares de 20 poblaciones del abeto en el sureste de los EUA. El producto final será una descripción de la diversidad genética y la historia evolutiva del abeto del Este a través de todo su rango nativo dentro de los EUA, resultados sobre los cuales esperamos escribir una publicación científica. Estamos

en el proceso de completar la toma de las muestras de campo y esperamos tener los datos y el análisis completo de laboratorio para diciembre de este año.



*Ilustración del rango nativo del abeto del Este (verde) y del abeto Carolina (morado) en el este de los Estados Unidos. El trabajo de Camcore entre los años 2003 y 2008 se concentró en la parte sur del rango. Empezando en el 2009 vamos a expandir nuestro trabajo de conservación con la inclusión de poblaciones del abeto en las partes del noreste y mediano oeste del país.*



*Plantación de plántula del abeto Carolina (*T. caroliniana*) para el establecimiento de banco de conservación *ex situ* en la empresa Arauco-Bioforest, miembro de Camcore en Chile.*



*Mortalidad de árboles del abeto del Este (*T. canadensis*) causada por la plaga de *A. tsugae* en el parque nacional de Shenandoah en el estado de Virginia, en los EUA.*

**El primer paso de la fase 3 es la descripción de patrones de diversidad genética dentro y entre poblaciones del abeto del Este en la parte norte de su rango geográfico, determinando los sitios donde ocurren bolsillos de variación genética alta y baja, y las poblaciones que podrían tener alelos raros.**



*Transporte y distribución de plántulas del abeto Carolina para el establecimiento del banco de conservación *ex situ* por familias en terrenos de la empresa Arauco-Bioforest en Chile.*

Camcore  
2720 Faucette Drive  
3229 Jordan Hall Addition  
NC State University  
Raleigh, NC 27695-8008  
USA

Tel: (919) 515-6424  
Fax: (919) 515-6430  
Email: info@camcore.org  
dvorak@ncsu.edu  
jllopez@ncsu.edu  
egutierrez3161@gmail.com



Estamos en Internet!  
Nuestra página es:  
[www.camcore.org](http://www.camcore.org)



**Colecta de semillas de Teca (*Tectona grandis*) en plantación de la finca Tecales I de 7 años de edad, ubicada en el municipio de Santo Domingo, departamento de Suchitepéquez, propiedad de la empresa Pilonos de Antigua, miembro del Grupo DeGuate en Guatemala afiliado a Camcore .**

**Efecto de la silvicultura y la genética en la deformación del fuste (sinuosidad) en árboles forestales (Viene de la página 3)**

sinuosidad del fuste y las ramas y negativamente correlacionados con el manganeso.

Resultados del análisis de tejidos de la madera de las yemas terminales mostraron que los micronutrientes Mn, Cu, y Zn y los macro nutrientes Ca, K, y N exhibieron las mayores variaciones entre los nutrientes y entre los tratamientos, indicando que la adición de

En la siguiente edición, mostraremos los resultados de un ensayo establecido en Carolina del Sur para evaluar el efecto de la adición del nitrógeno y del Calcio en la formación de la sinuosidad del fuste. El estudio fue establecido con un diseño factorial de 2x2 con Sulfato de Calcio ( $\text{CaSO}_4$ ) y sulfato de amonio  $[(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4]$  como fuentes del calcio y del nitrógeno.

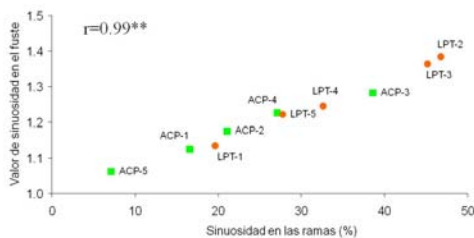


Figura 1. **Correlación fenotípica entre sinuosidad en el fuste y sinuosidad en las ramas a nivel de familia.**

algunos nutrientes pudiera cambiar los niveles de otros nutrientes y causar un desbalance nutricional en los árboles.

**Agradecimiento:** Agradecemos a la Cooperativa de Mejoramiento Genético de la Universidad de Carolina del Norte en Raleigh por el soporte dado para el establecimiento y colección de los datos de este estudio.

**Referencias:**

Bail, I.R., and L.A. Pederick. 1989. Stem deformity in *Pinus radiata* on highly fertile sites: Expression and genetic variation. *Aust. For.* 52(4): 309-320.

Birk, M.E. 1991. Stem and branch form of 20-year-old radiata pine in relation to previous land use. *Aust. For.* 54(1 & 2): 30-39.

Hopmans, P., K. Matt, and C. George. 1995. Stem deformity in *Pinus radiata* plantations in south-eastern Australia. *Plant and Soil.* 175: 31-44.

*El Pinus greggii original de México, al igual que otras especies tales como el P. taeda y el P. radiata, muestra deformaciones del fuste y las ramas en plantaciones forestales y ensayos genéticos. Foto tomada en la empresa KLF, miembro de Camcore en Sur Africa.*