



CLONES DE SAUCE LONGITUD DE LA FIBRA EN SU MADERA

WILLOW CLONES FIBER LONGITUDE IN THE WOOD

Silvia Monteoliva³
Gabriela E. Senisterra¹
Jorge L. Marquina¹

Raúl M. Marlats^{1,2}
Gabriel R. Ciocchini^{1,2}

Originales
Recepción: 17/09/2001
Aceptación: 21/03/2002

RESUMEN

En la madera de clones de sauce (*Salix* spp.) la longitud de fibra, que está asociada con su aptitud papelera, varía ampliamente en el mismo árbol. En algunas especies se ha comprobado diferencias entre la médula y el exterior -a lo largo de ejes radiales (variación radial)- y longitudinales, entre la base del tronco y la parte superior (variación axial). La determinación de dichas diferencias permitiría localizar muestras útiles para evaluar la calidad de árboles completos, utilizables en la industria celulósica.

Por tal motivo se han estudiado en 8 clones de sauces de 13 años extrayendo material a 3 distintas alturas en el fuste: 1,3; 4,3 y 6,5 m. En cada una de ellas se tomaron muestras de 3 posiciones radiales correspondientes a las edades, en años: 3-4 (interna), 6-7 (media) y 10-11 (externa). Se midió el largo de 30 fibras por posición sobre material disociado. En el sentido radial se verificó -en todos los clones y a todas las alturas- un aumento de la longitud de fibra desde el interior hacia el exterior. Para la variación axial se registró una tendencia general de disminución desde las secciones inferiores a las superiores.

SUMMARY

Fiber longitude is a property of the willow (*Salix* spp.) wood, associated to its paper aptitude and it can vary significantly within the same tree. In several species, these variations were noticed between the pit and the exterior along the radial axes (radial variation) and longitudinal axes between the bottom of the trunk and the upper part (axial variation). Acknowledging that these variations would facilitate the location of useful samples for quality evaluation of all the clones, used for paper industry.

The aim of this work was to study axial and radial variations of fiber longitude in 8 clone stems of 13 year old willows. Material from 3 different stem heights was taken from each clone at 1,3; 4,3 and 6,5 m. For each of these heights, samples of 3 radial positions corresponding to the ages, in years: 3-4 (internal), 6-7 (medium) and 10-11 (external) were obtained. The length of 30 fibers was measured against dissociated material. As regards the radial aspect, an increase in fiber longitude from the inside to the outside was noticed in all the clones and at all heights. For axial variation a general decreasing tendency from lower sections towards the upper ones was recorded.

¹ Dpto. de Silvicultura. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. UNLaPlata. C. C. 31. (1900) La Plata. Argentina.

² Comisión de Investigaciones Científicas. Provincia de Buenos Aires. Argentina.

³ Dpto. Tecnología e Industrialización de la Madera. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. UNLaPlata. Argentina.

marlats@netverk.com.ar rmarlats@ceres.agro.unlp.edu.ar

Palabras clave

Salix spp. • leño • variación de la longitud de fibra

Key words

Salix spp. • wood • variation of fiber longitude

INTRODUCCIÓN

La Argentina es el país con mayor superficie de bosques implantados con sauces (*Salix* spp.). Sus productos primarios abastecen la fábrica más importante de celulosa de fibra corta -para papel de diario- y las industrias del bobinado, laminado y aserrado, aportando aprox. 450 000 t/año (12). La principal finalidad de los programas de mejoramiento genético para el género ha sido obtener árboles de crecimiento más rápido, de mejor forma, adaptados al ambiente de plantación y resistentes a las enfermedades. No se ha tenido en cuenta la calidad de la madera ni su aptitud de uso, a pesar de que las propiedades del leño -suficientemente heredables- inciden sobre el rédito económico (19).

Para acrecentar dicha calidad es imprescindible estudiar exhaustivamente el material genético, diagnosticando con precisión los caracteres presentes en los posibles progenitores (16). Cuando el objetivo de la producción es el aprovisionamiento de la industria papelera, la información necesaria es proporcionada por las siguientes características indicativas del leño: densidad, longitud de fibra, espesor de pared de las fibras, composición química, color, porcentajes de madera de tensión, cantidad y diámetros de vasos, etc. (13).

En un mismo árbol, estos indicadores -asociados a edades fisiológicas del cambium- varían ampliamente entre la médula y el exterior (variación radial) y entre la base del tronco y la parte superior (variación axial)(18). El conocimiento de dichas variaciones permitiría elegir los lugares más apropiados para extraer muestras que evalúen correctamente la calidad del árbol completo (17). No se dispone de dicha información en clones de *Salix* cultivados en el delta del Paraná, el principal centro argentino de producción. Sólo se citan antecedentes parciales de indicadores de aptitud papelera para *Salix babylonica* var. *sacramento*, *Salix nigra*, *Salix nigra* N° 4 y los híbridos inter-específicos cv. A 131-25 y A 131-27. Puntualmente, con respecto a longitud de fibra, en publicaciones sobre híbridos (1, 2, 3, 4, 5, 9, 11, 14, 15) no se la considera dentro del individuo para los clones más difundidos, salvo una excepción en *Salix nigra*, para 8 alturas a lo largo del fuste y en posiciones radiales correspondientes a 1,3 m de altura (6).

Objetivo

Estudiar la variación axial y radial de la longitud de fibra en fustes de clones del género *Salix*, implantados en Los Hornos (Buenos Aires).

MATERIALES Y MÉTODOS

Se tomaron muestras en plantaciones de la Estación Experimental Julio Hirschhorn perteneciente a la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales (UNLa Plata): longitud S = 34° 55'; latitud O = 57° 57' y 5 msnm. Se extrajo material de ejemplares de 8 clones del género *Salix* -de 13 años- plantados con densidad = 1111 plantas/parcela (3x3 m) (tabla 1).

Tabla 1. Clones evaluados: origen parental y procedencia

Clon de sauce	Origen parental	Procedencia
americano	<i>Salix babylonica</i> var. <i>sacramento</i>	Rusia
A 131-25	<i>Salix babylonica</i> x <i>Salix alba</i> cv 9416 Río Po INTA Castelar 1957	Argentina
A 131-27	<i>Salix babylonica</i> x <i>Salix alba</i> cv 9416 Río Po INTA Castelar 1957	
A 13-44	<i>Salix matsudana</i> x <i>Salix alba</i> cv 9416 Río Po INTA Castelar 1967	
híbrido cv	NZ 26992 <i>Salix matsudana</i> x <i>Salix alba</i>	Nueva Zelanda
	NZ 26993 <i>Salix matsudana</i> x <i>Salix alba</i>	
A 250-33	<i>Salix babylonica</i> x <i>Salix alba</i> cv 9416 Río Po INTA Castelar 1961	Argentina
A 250-36	<i>Salix babylonica</i> x <i>Salix alba</i> cv 9416 Río Po INTA Castelar 1961	

Se seleccionaron 5 árboles por clon, sin condición de borde y con el leño en buen estado sanitario, marcándolos apeados en su posición cardinal N. Se les midió la altura total. Luego, en el fuste y a 3 alturas desde la base: 1,3; 4,3 y 6,5 m, se sacó un disco completo de 3 cm de espesor. De las rodajas de cada altura se obtuvieron muestras localizadas sobre el radio N, correspondientes a 3 posiciones radiales correspondientes a los años 3-4 (interna), 6-7 (media) y 10-11 (externa). Se midió la longitud de 30 fibras por posición sobre material disociado según la técnica de maceración (10), utilizando microscopio de pantalla Reichert. Los valores medios de longitud de fibra por posición radial y altura por clon se graficaron para apreciar tendencias de variación axial y radial. En todas las longitudes de fibra por posición y altura se realizaron análisis de varianza y tests de diferencias mínimas significativas, separadamente por clon.

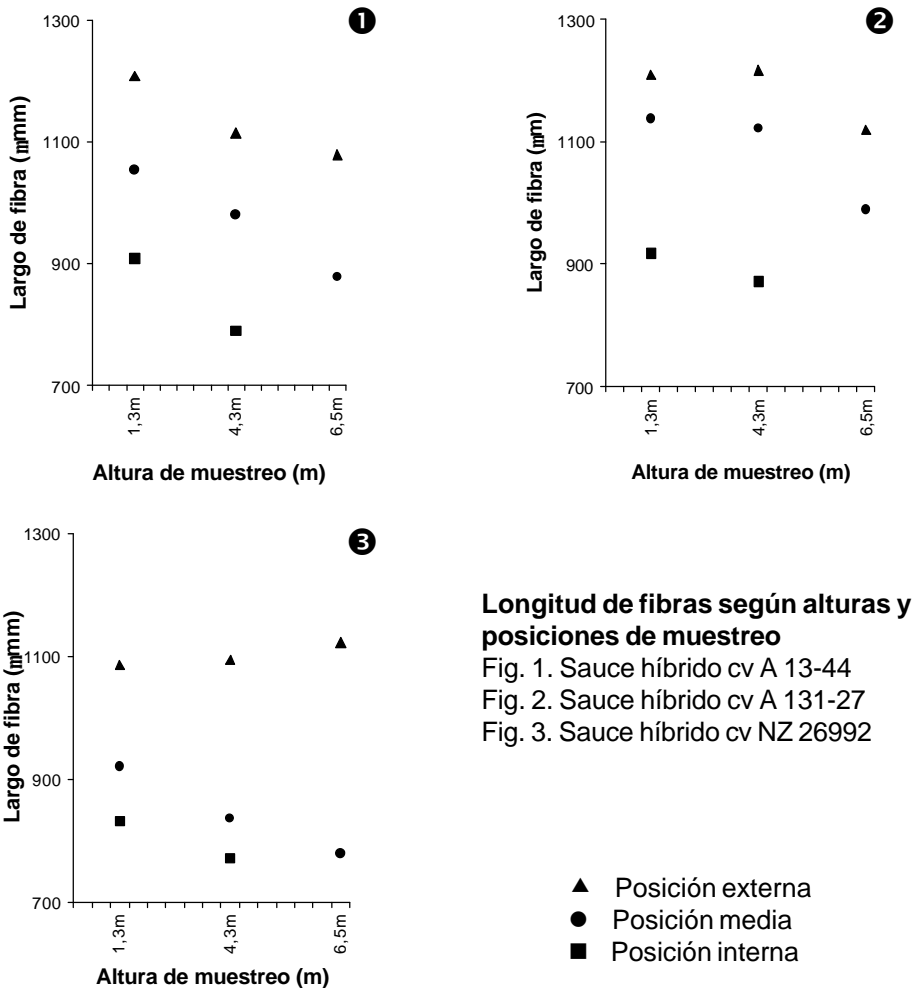
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

I. Tendencias radiales y axiales del largo de fibra por clon

Representadas gráficamente las tendencias de los 8 clones, la variación radial repitió el aumento del largo de fibra de la médula hacia la corteza para las 3 alturas. El contraste de antecedentes para sauces sólo informa sobre estudios a 1,30 m. Los resultados -límitados a dicha altura- han coincidido con los de otros autores que consideraron el sauce americano y los híbridos inter-específicos cv. A 131-25, A 131-27 y A 250-33 en 4 posiciones radiales (1). Registros semejantes -a igual altura- se constataron en árboles de 14 años de *Salix nigra*, analizados anualmente (6).

En Salicáceas canadienses -en años específicos y sobre 5 posiciones del leño de una familia de *Populus tremuloides*- se observó la misma tendencia que en los clones estudiados en este trabajo (17). En el sentido axial aparecieron situaciones particulares que, por su similitud, permitieron agrupar los comportamientos en 3 formas de tendencias (figuras 1, 2 y 3).

La figura 1 muestra la variación axial en el cv. A 13-44, igual para las tres posiciones de estudio y con longitud de fibra disminuyendo desde la base hacia el ápice.



La figura 2 indica la variación axial en el híbrido 131-27 y representa, a su vez la tendencia del sauce americano y los híbridos cv. A 131-25, A 250-36 y NZ 26993. Consideradas las alturas extremas (superior e inferior), la longitud de fibra -tomando siempre cada posición radial por separado- presentó valores superiores en la base.

Con relación a las tres alturas estudiadas:

- Para la posición más cercana a la médula, la longitud de fibra disminuyó desde 1,3 m hacia el ápice (A 250-36 y sauce americano).
- Para la altura media, las posiciones intermedia y externa no presentaron valores de longitud de fibra marcadamente diferentes de las mismas posiciones en las otras alturas ni con un patrón definido.

En la figura 3 (pág. 52) se visualizan la variación del sauce híbrido NZ 26992 que tiene la misma tendencia que la cv. A 250-36. La mayor longitud de fibra se registró en la posición externa; en las posiciones interna e intermedia, los valores siguieron el patrón general de descenso, desde la base al ápice. Los precitados análisis gráficos marcaron tendencias generales, sin particularizar la significancia de las diferencias observadas. Dado la importancia de las mismas, por servir de fundamento para la validación o el rechazo de los probables puntos de muestreo a elegir, se efectuaron análisis de varianza y tests de comparaciones múltiples.

II. Largo de fibra según su posición radial y axial por clon

Los análisis de varianza entre cada punto de toma de muestra, efectuados separadamente por clon, dieron -en todos los casos- valores significativos de F respecto del nivel 0,01 de probabilidad. En las siguientes tablas se insertan los correspondientes tests de comparaciones múltiples.

Grupos homogéneos conformados por el test de diferencias mínimas significativas (95 %).

Ubicación de la muestra		Longitud media de fibra (mm)	Grupos homogéneos
Altura	Posición		
Media	Interna	790.0	
Superior	Media	877.8	
Inferior	Interna	908.0	
Media	Media	979.6	
Inferior	Media	1053.0	
Superior	Externa	1078.2	
Media	Externa	1109.3	
Inferior	Externa	1208.4	

Tabla 2. Sauce híbrido cv A 13-44

Ubicación de la muestra		Longitud media de fibra (mm)	Grupos homogéneos
Altura	Posición		
Media	Interna	811.4	
Superior	Media	876.8	
Inferior	Interna	889.3	
Media	Media	1047.2	
Superior	Externa	1111.4	
Inferior	Media	1113.0	
Inferior	Externa	1165.1	
Media	Externa	1212.5	

Tabla 3. Sauce híbrido cv NZ 26993

Ubicación de la muestra		Longitud media de fibra (mm)	Grupos homogéneos
Altura	Posición		
Media	Interna	771.0	
Superior	Media	778.9	
Inferior	Interna	831.6	
Media	Media	835.6	
Inferior	Media	919.2	
Inferior	Externa	1085.6	
Media	Externa	1093.8	
Superior	Externa	1216.6	

Tabla 4. Sauce híbrido cv NZ 26992

Ubicación de la muestra		Longitud media de fibra (mm)	Grupos homogéneos
Altura	Posición		
Superior	Media	972.3	
Inferior	Interna	984.6	
Media	Media	1173.9	
Inferior	Media	1316.3	
Media	Externa	1331.3	
Superior	Externa	1355.3	
Inferior	Externa	1389.1	

Tabla 5. Sauce americano

Ubicación de la muestra		Longitud media de fibra (mm)	Grupos homogéneos
Altura	Posición		
Inferior	Interna	866.5	
Superior	Media	894.4	
Media	Media	990.5	
Inferior	Media	1085.6	
Superior	Externa	1130.0	
Inferior	Externa	1175.9	
Media	Externa	1179.4	

Tabla 6. Sauce híbrido cv A 250-36

Ubicación de la muestra		Longitud media de fibra (mm)	Grupos homogéneos
Altura	Posición		
Inferior	Interna	919.4	
Superior	Media	923.7	
Media	Media	1038.1	
Inferior	Media	1139.5	
Media	Externa	1230.5	
Inferior	Externa	1263.2	
Superior	Externa	1267.1	

Tabla 7. Sauce híbrido cv A 250-33

Ubicación de la muestra		Longitud media de fibra (mm)	Grupos homogéneos
Altura	Posición		
Media	Interna	871.1	
Inferior	Interna	917.3	
Superior	Media	983.4	
Superior	Externa	1119.1	
Media	Media	1121.3	
Inferior	Media	1137.5	
Inferior	Externa	1209.2	
Media	Externa	1216.7	

Tabla 8. Sauce híbrido cv A 131-27

Ubicación de la muestra		Longitud media de fibra (mm)	Grupos homogéneos
Altura	Interna		
Superior	Interna	628.3	
Media	Interna	821.6	
Superior	Media	1012.6	
Inferior	Interna	1023.2	
Media	Media	1061.6	
Inferior	Media	1068.0	
Superior	Externa	1116.0	
Media	Externa	1211.6	
Inferior	Externa	1339.7	

Tabla 9. Sauce híbrido cv A 131-25

a. Variación radial

Consideradas las 3 alturas estudiadas por separado, los análisis de varianza y las pruebas de comparación múltiple destacaron la existencia de fibras de menor longitud en la posición interior (tablas 2/9). La posición media se diferenció, en general, de las otras dos, con valores intermedios. Solamente en los cv NZ 26992 (tabla 4) y A 131-25 (tabla 9), los resultados no fueron siempre significativamente distintos a los de la posición interior. En NZ 26992 eso sucedió en la altura media y en A 131-25, en la inferior. Se confirmó así el análisis de los gráficos, coincidiéndose además con citas bibliográficas sobre sauce americano e híbridos inter-específicos cv 131-25, 131-27 y 250-33 en 4 posiciones radiales y una sola altura (1,30 m) (1) y *Salix nigra* en árboles de 14 años, analizados anualmente a igual altura (6). Fueron consultados otros estudios en sauces, siempre a igual altura (diámetro a la altura del pecho) y sólo, en algunos casos, en diferentes posiciones radiales (1, 2, 3, 4, 5, 9, 11, 14, 15). Los resultados pueden haber sido generados por distintas edades fisiológicas del cambium; leños juveniles y adultos manifiestan diferentes propiedades tecnológicas: densidad, longitud de fibras y composición química. Este efecto, descubierto y ampliamente estudiado en coníferas, se ha verificado en grupos de latifoliadas de uso comercial (18). A lo largo de posiciones radiales el pasaje de leño juvenil a adulto puede ser abrupto o gradual. Esta modalidad es importante en especies manejadas a turnos cortos porque influye al fijar la duración de los mismos, con detalle de un solo año. Queda planteada así -para próximos trabajos- la necesidad de estudiar mayor cantidad de posiciones y repeticiones para definir la evolución de los caracteres del leño y determinar la edad a la cual se estabilizan. De esta manera se podrá precisar mejor la representatividad de los puntos de muestreo elegidos.

b. Variación axial

En ningún análisis se detectaron diferencias significativas en la longitud media de fibra y -para igual posición radial- fue más elevado el valor correspondiente a mayor altura (tablas 2/9). Se observaron diferencias correspondientes a los mayores valores para las menores alturas estudiadas, considerando siempre las posiciones por separado, o no se señaló ninguna.

- Posición intermedia: en 6 -de los 8 clones- se establecieron diferencias entre todas las alturas estudiadas, con mayores valores en las más bajas. El híbrido cv A 131-27 no presentó diferencias entre la menor altura y la media (tabla 8) y el cv A 131-25, entre ninguna (tabla 9).
- Posición interna: tres clones: A 250-33, A 250-36 y americano, no pudieron ser evaluados, por no tener la altura media estudiada a la edad correspondiente. Dos clones: A 131-27 y NZ 26992, registraron datos en las 2 alturas inferiores, sin diferencias significativas entre las medias. Los 3 clones restantes presentaron diferencias significativas entre 2 alturas con datos presentes [NZ 26993 (tabla 3) y A 13-44 (tabla 2)] y entre las tres alturas [A 131-25 (tabla 9)].
- Posición exterior: tres clones (A 250-33, americano y NZ 26992) no registraron diferencias significativas entre las alturas en estudio (tablas 7, 5 y 4). Uno solo: A 131-25, las presentó entre las 3 alturas (tabla 9). Los 4 restantes: A 250-36, A 131-27, NZ 26993 y A 13-44, presentaron diferencias entre dos alturas (tablas 6, 8, 3 y 2).

En todos los clones estudiados se determinaron diferencias de longitud media de fibra, con mayores valores para las alturas más bajas, teniendo siempre en cuenta -para las comparaciones- una misma posición radial. Pocas publicaciones describen la variación axial para el género *Salix*; en un estudio -a 8 alturas fijas- se mencionaron diferencias sin expresar tendencia (6). Otra fuente consigna tendencia no homogénea en 4 sauces y para 3 alturas fijas. Los cv. A 131-27 y 13-44 disminuyeron la longitud de fibras con la altura; el 13-112 la aumentó y el sauce americano, primero la incrementó y luego la redujo (8). En esta comunicación no se explicita el método utilizado.

Complementariamente, sería interesante un muestreo axialmente a intervalos porcentuales del cono de crecimiento. El procedimiento aclararía la variación de longitud de fibra en cada cono y entre conos. El conocimiento exhaustivo de la variación intra e interclonal de esta característica adquiere importancia cuando se abastece la industria celulósica papelera (13). Además, dado la heredabilidad del carácter (16, 19), en las estrategias de mejoramiento genético de dicha aptitud de uso se lograría una mejor elección de progenitores.

CONCLUSIONES

- En los clones estudiados se verificó una tendencia de variación radial de las longitudes de fibra, aumentando desde el interior hacia el exterior. La misma se comprobó en todos los clones y a todas las alturas estudiadas: 1,30; 4,30 y 6,50 m.
- Se detectaron diferencias para muestras tomadas a la misma altura, correspondientes a tres posiciones: 3 y 4 años, 6 y 7 años, 10 y 11 años.

- El grupo de clones estudiados presentó una tendencia general de variación axial de la longitud de fibra, disminuyendo desde los sectores inferiores a los superiores.
- En la investigación de la variación axial se estimó conveniente muestrear en posiciones relativas, definidas como valor porcentual del total de altura de los respectivos conos de crecimiento. Y en la de variación radial, se estimó adecuado muestrear mayor cantidad de posiciones para establecer hasta qué edad hay influencia del leño juvenil.

BIBLIOGRAFÍA

1. Bonavia de Guth, E. y Ragonese, A. 1980. Evaluación de las características del leño en relación a la calidad del papel de híbridos de sauces. INTA Castelar. IDIA. sept-oct. 25-30.
2. _____ . 1981. Características del leño de varias especies e híbridos de *Salix* para obtención de buenos clones papeleros. 17° Cong. ATIPCA. Tomo 1:F25-F32.
3. _____ . 1982. Evaluación de híbridos obtenidos por cruzamiento de *Salix alba* x *S. matsudana*. Cong. ATIPCA. 19-30.
4. _____ . 1984. *Salix nigra*: características del leño según zonas de implantación en el Delta del Paraná. ATIPCA. Trabajos Técnicos: 17-86.
5. _____ . 1987. Obtención y evaluación de nuevos clones de sauces y álamos en relación a su uso celulósico. ATIPCA: 43-60.
6. _____ y Piussan, C. M. 1987. Variación de las características del leño del individuo en *Salix nigra* cultivado en el Delta del Paraná. Simp. Silvicultura y mejoramiento genético de especies forestales. CIEF. Tomo IV: 219-235.
7. _____ . 1991. Variación radial de la densidad y morfología celular en *Populus*. Congr. ATIPCA: 491-509.
8. CICELPA. 1997. Aptitud de Salicáceas para la industria del papel. Informe OT. 18-2927.
9. Fiaño, E. 1976. Pastas de alto rendimiento de salicáceas del Delta del Paraná. Sauce americano. CICELPA N° 3. 37 pp.
10. Franklin, G. L. 1938. The preparation of woody tissues for microscopic examination. For. Prod. Res. Lab. 40.
11. García Volonté, R. y Suárez, E. 1989. Características de sauces para la producción del papel para diarios. Jorn. Silvicultura y mejoramiento genético del género *Salix*. CIEF Actas 139-144.
12. INDEC. 1999.
13. Pipan, C. 1989. El rol de las fibras en el papel. Actas Congr. ATIPCA: 52-92.
14. Piussan, C. M. et al. 1990. Estudio comparativo de las propiedades papeleras de *Salix nigra* N°4, híbrido A-131/27 y sauce americano. 26° Congr. ATIPCA: 485-504.
15. Reppetí, R. 1990. Relación entre las características de la madera y las propiedades del papel. Seminario sobre calidad de la madera en la producción forestal. CIEF. Actas: 11-30.
16. Sparnochia, L. 1990. Mejora genética de las características tecnológicas de la madera. Seminario sobre calidad de la madera en la producción forestal. CIEF. Actas: 36-53.
17. Yanckuk, A. D. et al. 1984. Variation an heredability of wood density and fibre length of trembling aspen in Alberta (Canada). *Silvae Genetica* 33 (1): 11-16.
18. Yang, K. C. et al. 1994. Formation and vertical distribution of juvenile and mature wood in a single stem of *Cryptomeria japonica*. *Canadian Journ. For. Research.* 24:969- 975.
19. Zobel, B. 1988. Eucalyptus in the forest industry. *TAPPI.* 71(12):42-46.