



Universidad Austral de Chile

Facultad de Ciencias Forestales

**Caracterización de estructura de crecimiento vegetativo
que desarrolla *Saxegothaea conspicua* en su etapa de
senescencia**

Patrocinante : Sr. Roberto Godoy B.

Trabajo de Titulación presentado
como parte de los requisitos para optar
al Título de **Ingeniero en Maderas**

MAURICIO JAVIER CANO NIKLITSCHKEK

VALDIVIA
2008

CALIFICACIÓN DEL COMITÉ DE TITULACIÓN

		Nota
Profesor Patrocinante:	Sr. Roberto Godoy	-----
Profesor Co-patrocinante:	Sr. Carlos Le Quesne	-----
Informante 1:	Sr. Darian Stark	-----
Informante 2:	Sr. Daniel Soto	-----

El patrocinante acredita que el presente Trabajo de Titulación cumple con los requisitos de contenido y de forma contemplados en el reglamento de Titulación de la Escuela. Del mismo modo, acredita que en el presente documento han sido consideradas las sugerencias y modificaciones propuestas por los demás integrantes del Comité de Titulación.

Dr. Roberto Godoy B.

Agradecimientos

A la naturaleza por dejarme entender parte de su compleja estructura, por el cobijo que me brindó y por su consentimiento al dejarme extraer parte de ella para mi comprensión. Agradezco a mi madre por existir y por ser partícipe de mi formación profesional, a Roberto Godoy por su constante e incondicional apoyo y su espíritu de docencia, virtud que cambiaría al mundo si existiese esta particularidad en cada uno de los humanos que se dedican a "enseñar", Gracias Roberto por regalarme una metodología de trabajo que a posterior se que será de utilidad para mi desarrollo personal, gracias por ser uno de los pocos que apoyó esta iniciativa que hoy se ha transformado en una realidad. A Darian Stark por enseñarme a observar la naturaleza como parte de mi ser y más que eso, por ser mi amigo, A Daniel Soto por su valorable aporte, a Pablo Donoso por su cooperación, a Gricelda por su asistencia en laboratorio, a César, gran personaje, quien fue compañero en mis travesías de bosque, a Pamela, María Eugenia, Alejandra, Leo, Evelyn, Giovanny, quienes de algún modo aportaron ha concretar este trabajo y por último, al proyecto Fondecyt 1050313 por el aporte económico brindado a la ciencia. A todos muchas gracias...

Dedicatoria

A mi madre, familia, en especial a mis dos sobrinos Amaro y Thomas, a mi amigo Guga quien me acompañó durante la primera etapa de mi carrera y bueno, él bien sabe el aporte que me brindó, a Gerardo y a todos aquellos quienes gusten de conocer parte de la naturaleza...y por último a nuestra tierra "Pachamama" a quien le dedico estas letras.

Sur, deja caer tu sabio oxígeno una vez más, deja la entrada expedita para recordar la pureza de tus caricias, provoca la simpatía de tus lágrimas y el agasajo de tu camanchaca, muestra la oscuridad que posees y deja a vista y paciencia la claridad de tu descanso, continua tu ciclo con el florecimiento de la naturaleza que se posa en los pies de vuestra geografía. Preciado Sur impone tu presencia para ser escuchado, descarga tu llamado a través del frote de tus más fieles colaboradores, abre las puertas y brinda nuevamente una bienvenida, tal vez eso sea más que necesario para lograr un llamado de conciencia a vuestros destructores.

Marichiwew...

Mauricio Cano Niklitschek

RESUMEN EJECUTIVO

Saxegothaea conspicua, especie arbórea dominante de los bosques templados del Centro-Sur de Chile, durante su etapa de senescencia se caracteriza por poseer un fuste en estado de descomposición interno con una extensión variable (longitud, diámetro), del cual se originan estructuras vegetativas de carácter leñoso, asimilables a una raíz, poseyendo estas, la capacidad de anclarse al sustrato, con el consecuente beneficio de perpetuar al individuo en el sitio, prolongando su longevidad.

El estudio caracteriza la estructura vegetativa interna que desarrolla *S. conspicua* en su estado de senescencia y describe las potenciales ventajas, función e implicancias en la permanencia del individuo en el sitio. Se colectaron muestras vegetativas aéreas para el análisis de microscopía óptica y electrónica de barrido con el fin de dilucidar su anatomía. Se realizaron inventarios en individuos de *S. conspicua* sobremaduros con el objeto de determinar la frecuencia y abundancia del fenómeno *in situ*, además se cuantificó la altura de origen, y se determinó el crecimiento radial por período (10, 50 y 100 años) de la estructura en estudio, lo que fue comparado con el crecimiento fustal. Los resultados indican que la estructura vegetativa corresponde a una raíz aérea que le confiere una ventaja adaptativa, perpetuando al individuo en el sitio. En cuanto a la degradación de estos, se presentó una frecuencia del 17% del total de individuos de *S. conspicua* inventariados en los rodales, de los cuales el 31% poseían raíces aéreas visibles, dando como resultado una frecuencia total del fenómeno de un 5,27% respecto del total analizado. La altura promedio de origen de la raíz aérea en el fuste fluctúa entre 4,5m. El crecimiento radial de la raíz, respecto del fuste del individuo posee una tasa levemente menor, no significativa en edades de hasta 50 años y significativamente diferente cuando los individuos son mas longevos.

Palabras claves: *Saxegothaea conspicua*, senescencia, raíz adventicia, descomposición, bosques adultos.

ÍNDICE

	Página	
1.	INTRODUCCIÓN	10
2.	MARCO TEÓRICO	13
2.1	Antecedentes sobre <i>S. conspicua</i>	13
2.1.2	Distribución geográfica	13
2.1.3	Clima	14
2.1.4	Suelo y topográfica	14
2.1.5	Vegetación asociada	14
2.1.6	Floración, reproducción	15
2.1.7	Diseminación	15
2.1.8	Madera	15
2.2	Raíz	16
2.2.1	Características generales	16
2.2.2	Estructura de las raíces	16
2.2.3	Clasificación de las raíces	16
2.3	Anatomía de las raíces	19
2.3.1	Sección transversal de la raíz en el punto de crecimiento	19
2.3.2	Sección transversal en el corte de alargamiento	19
2.3.3	Sección a través de la región de los pelos radicales	19
3.	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	21
3.1	Área de estudio	21
3.2	Clima	22
3.3	Suelos y topografía	22
3.4	Hidrología	22
3.5	Vegetación	23
4.	METODOLOGÍA	24
4.1	Análisis microscópico de estructura adventicias en estudio	24
4.1.1	Preparación en estudio de microscopia óptica	25
4.1.2	Preparación en estudio de microscopia electrónica de barrido	27
4.2	Cuantificación de la frecuencia y la altura de origen del fenómeno	28
4.3	Comparación de la tasa de crecimiento	29
4.3.1	Análisis estadístico	30

5.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	31
5.1	Anatomía de estructuras adventicias	32
5.2	Frecuencia y altura de origen del fenómeno de estructuras adventicias	32
5.3	Comparación de CAP radial de raíz adventicia con las del respectivo fuste del individuo	34
6.	CONCLUSIONES	36
7.	BIBLIOGRAFÍA	37
	ANEXOS	
1.	Abstract and keywords	
2.	Caracterización vegetal de los bosques : Estructura y composición de especies	
3.	Anatomía de raíz adventicia de <i>S. conspicua</i>	
4.	Frecuencia y Altura de crecimiento de raíces adventicias	
5.	Crecimiento anual por período raíz adventicia, individuo <i>S. conspicua</i>	

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Individuo de <i>S. conspicua</i> senescente con evidente degradación avanzada del fuste	11
Figura 2. Sección transversal del leño de <i>S. conspicua</i> con anillos anuales de crecimiento irregular	15
Figura 3. Estructura celular de raíz, sección transversal	17
Figura 4. Morfología externa de raíz	18
Figura 5. Crecimiento secundario en grosor de raíz	20
Figura 6. Foto aérea de Precordillera andina, provincia de Panguipulli, predio San Pablo de Tregua	21
Figura 7. Mapa del predio San Pablo de Tregua, indicando microcuencas de estudio.	21
Figura 8. Raíces aéreas de <i>S. conspicua</i> en su primera etapa ontogénica en el interior del fuste degradado	24
Figura 9. Raíces adventicias en individuos de <i>S. conspicua</i>	28
Figura 10. Extracción de cuñas y raíces en individuos de <i>S. conspicua</i>	29
Figura 11. Fotografía de barrido electrónico a raíces aéreas de individuos de <i>S. conspicua</i>	31
Figura 12. Porcentaje de individuos de <i>S. conspicua</i> con degradación visible respecto del total encuestado	32
Figura 13. Altura de crecimiento de raíz adventicia por clase diamétrica	33
Figura 14. Número de individuos de <i>S. conspicua</i> por clase diamétrica	33
Figura 15. Crecimiento anual por periodo de raíz adventicia con la del respectivo fuste del individuo en <i>S. conspicua</i>	35

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Estructura y composición de las 3 microcuencas boscosas analizadas en el área de estudio	23
Cuadro 2. Duración media en horas del período de permanencia de las piezas en alcohol al 100%	25
Cuadro 3. Registros de significancia para los periodos analizados	34

1. INTRODUCCIÓN

La flora chilena ha sufrido un proceso evolutivo separado del resto del continente americano desde hace millones de años, debido principalmente a las condiciones geográficas de aislamiento; Océano Pacífico por el Oeste, la Cordillera de los Andes por el Este, el desierto por el Norte y la Antártica por el Sur (Villagrán *et al.*, 1996). Lo anterior, condiciona una verdadera isla biogeográfica, por lo que ha evolucionado creando adaptaciones propias y en algunos casos, muy singulares, con un gran número de especies endémicas de ésta región austral del mundo (Armesto *et al.*, 1996), incluso con elementos de unicidad filogenética, aspecto importante en la calidad de la diversidad biológica (Rau, 2005). Los patrones especiales de la biota en el uso del hábitat, su rol ecológico como hábitos de alimentación y sus funciones mutualísticas, son factores importantes con relevancias evolutivas (Willson *et al.*, 1996). La máxima riqueza florística nacional de especies arbóreas se encuentra entre los 35-40° S. (Villagrán & Hinojosa, 1997), y un gran porcentaje de estos son endémicos, 40 a 45% (Armesto *et al.*, 1996), lo que sugiere un patrón de aislamiento de estos bosques y un área de gran antigüedad geológica (Villagrán & Hinojosa, 1997). Algunas de estas especies de árboles son relictuales y presentan un ciclo de vida longevo pudiendo incluso superar varios miles de años, siendo un excelente documento de estudio para la reconstrucción de la variabilidad climática (Lara & Villalba, 1993).

Parte de bosques chilenos del tipo forestal siempreverde se caracterizan por presentar condiciones cercanas al equilibrio dinámico (Veblen *et al.*, 2005), donde las especies que dominan los doseles principales serían las sombra-tolerantes, caracterizadas por *Podocarpáceas* que se perpetúan en los rodales a través de regeneración bajo dosel limitadas a pequeñas áreas, hecho acentuado por la peculiar geografía del territorio y el marcado aislamiento, ya que ha menudo las coníferas del Sur de Chile sobreviven bajo condiciones edafo-climáticas extremas (Schmithíssen, 1968) La familia *podocarpaceae* en nuestro país está constituida por cinco especies agrupadas en cuatro géneros: *Lepidothamnus fonkii* (Ciprés Enano), *Podocarpus nubigenus* (Mañío hoja punzante), *P. salignus* (Mañío hoja larga); *Prumnopitys andina* (Lleuque) y *Saxegothaea conspicua* (Mañío hembra o de hoja corta) (Villagrán *et al.*, 1997).

Este último género es de gran importancia debido a que ocupa una posición filogenética basal dentro de la familia presentando características micro morfológicas particulares dentro de ella, además de ser monotípico y endémico de los bosques templados de Chile y Argentina (Donoso *et al.*, 2007).

En condiciones naturales, individuos de *S. conspicua* en etapa de senescencia, se caracteriza en su arquitectura vertical, por poseer un fuste con un estado de descomposición interno variable (Figura 1a). En el interior del fuste degradado se desarrollan estructuras de carácter leñoso, que pueden iniciar su crecimiento desde alturas aprox. 4,5m, alcanzando diámetros considerables, llegando algunas a anclarse en el suelo (Figura 1b). Estudios sobre el particular, que den cuenta de la estructura, función o implicancias en la mantención del sitio, no han sido abordados. Sin embargo numerosos son los autores que hacen referencia a este tema (Martínez, 1979; Muñoz, 1980; Marticorena & Rodríguez, 1995; Hoffmann, 1997; Donoso, 2007)

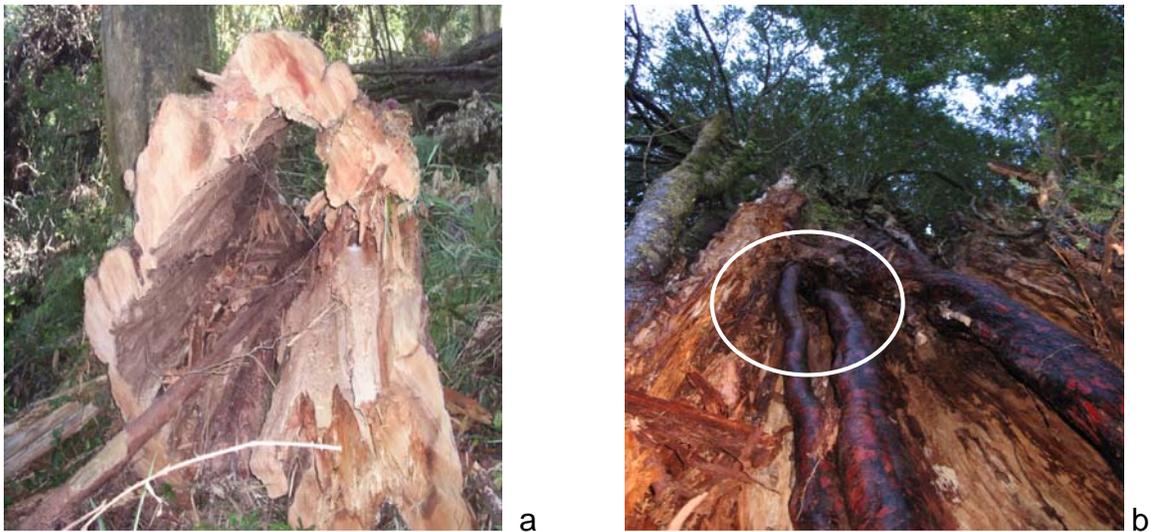


Figura 1. a) Individuo de *S. conspicua* volteado debido a un raleo efectuado en el predio San Pablo de Tregua con evidente degradación avanzada del fuste. b) Individuo en pie con degradación externa y con la presencia de raíces adventicias.

Hipótesis. El estudio plantea, que bajo condiciones naturales es frecuente observar individuos de *S. conspicua* en pie que presentan estados avanzados de descomposición interna en su etapa senescente, desarrollándose desde el interior del fuste, estructuras vegetativas que corresponderían a raíces adventicias, llegando algunas a aferrarse en el suelo permitiendo de esta manera mantener o perpetuar al individuo en el sitio, otorgando una función mecánica de anclaje y/o sustento, como una estrategia de sobrevivencia efectiva.

Objetivo. El presente estudio está orientado a caracterizar las estructuras vegetativas internas que se desarrollan en el interior de fuste degradado de *S. conspicua* en su estado de senescencia y discutir las potenciales ventajas, función e implicancias que pudiesen aportar estas estructuras para la mantención de los individuos en el sitio. En tal contexto se plantearon los siguientes objetivos específicos.

- Determinar si la estructura de carácter leñoso corresponde a una raíz aérea.
- Cuantificar la frecuencia y la altura de origen de las estructuras que desarrollan individuos de *S. conspicua*, en un bosque adulto siempreverde de la precordillera andina del sur de Chile.
- Comparar el crecimiento anual periódico de la estructura, con el crecimiento del individuo del cual se originaron.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes sobre *S. conspicua*

John Lindley, científico y explorador inglés asignó el nombre al género *Saxegothaea*, en homenaje al príncipe consorte Alberto de Sachsen-Gotha, esposo de la reina Victoria de Gran Bretaña, que en su tiempo fue un importante impulsor de la horticultura (Martínez, 1979).

S. conspicua es un árbol monoico que puede crecer hasta 20m de altura y 2m de diámetro pero hay que considerar que cuando se mantiene en pie a través de crecimiento vegetativo, puede alcanzar un diámetro mayor. El tronco es cilíndrico cuando el árbol es joven y se hace sinuoso en el corte transversal cuando va aumentando su diámetro. En general se ramifica a poca altura, pero cuando crece con mayor densidad asociado a otras especies, puede presentar un fuste libre de rama a mayor altura. La corteza es lisa y delgada de color pardo rojizo, y se desprende en placas irregulares, lo que la hace muy característica. Las ramas se disponen en forma irregular, vertical o ascendentes, lo que facilita la acumulación de humedad en las axilas y la eventual pudrición posterior del tronco (Donoso *et al.*, 2007).

2.1.2 Distribución geográfica

S. conspicua es un árbol endémico de los bosques templados de Chile y Argentina, siendo escaso en el lado oriental de los Andes. En Chile se encuentra entre el río Maule y la Región de Aysén (36°- 49°S) (Donoso *et al.*, 2007).

En la cordillera de los Andes es bastante escaso en la región Mediterránea, donde suele encontrarse bajo condiciones de quebradas o en sectores húmedos desde altitudes medias a altas. Se hace común al sur de Malleco formando bosques mixtos con otras especies por sobre los 50m snm. A medida que avanza hacia el sur disminuye el límite altitudinal inferior y se puede encontrar en tierras bajas. Tiende a desaparecer en Aysén a los 46° 41' S. En la Cordillera de la Costa se encuentra en lugares específicos con abundante humedad. Se hace más frecuente hacia el sur, siendo abundante en altitudes sobre los 500m en Valdivia y también en tierras bajas en Chiloé (Donoso *et al.*, 2007).

2.1.3 Clima

Se ubica principalmente bajo las condiciones de clima oceánico. Sin embargo, es capaz de crecer en climas mediterráneos, pero sólo en condiciones microclimáticas de mayor humedad. Un poco más al sur adquiere mucho mayor importancia bajo condiciones de clima oceánico, pero con fuerte influencia mediterránea, en la Cordillera andina de Cautín y Valdivia y en la Cordillera costera de Nahuelbuta (Donoso *et al.*, 2007).

2.1.4 Suelo y topográfica

Tiende a crecer en suelos fértiles, húmedos, pero bien drenados. En la cordillera de los Andes crece en general sobre los 300 a 900m snm, la especie se desarrolla sobre suelos volcánicos, generalmente trumaos, condición que mantiene hasta Aysén (46°S). Tiende a evitar las exposiciones norte. En la cordillera de la Costa se ubica normalmente sobre suelos metamórficos, en laderas occidentales sobre los 300m y en laderas orientales sobre los 500m snm, respectivamente. En Chiloé y las islas del sur se encuentran con frecuencia en las altitudes menores, incluso a nivel del mar y sobre suelos de origen metamórfico.

2.1.5 Vegetación asociada.

En su distribución norte se puede observar en quebradas dominando los bosques mediterráneos de *Nothofagus obliqua*- *Nothofagus glauca*, asociada con las especies típicas de estas áreas, donde se suelen encontrar *Nothofagus dombeyi*, *Nothofagus obliqua*, *Aextoxicon punctatum*, *Laurelia sempervirens*, *Drimys winteri*, *Persea lingue*, *Gevuina avellana* y *Podocarpus salignus*, junto a especies características de las áreas mediterráneas (Donoso *et al.*, 2007).

Al sur de Malleco, especialmente en la Cordillera de los Andes, se encuentra como componente importante del tipo forestal Coihue-Raulí-Tepa, junto con *Dasyphyllum diacanthoides*, y además se asocia a *Aextoxicon punctatum*, *Eucryphia cordifolia* y *Weinmannia trichosperma* especialmente en los sectores más bajos de la distribución altitudinal (600 a 700m). El estrato intermedio y el sotobosque presenta una gran variedad de especies arbustivas y arborescentes como *Azara lanceolata*, *Gevuina avellana*, *Lomatia dentata*, *Raphithamnus spinosus*, *Caldcluvia paniculata*, *Luma apiculata* y otras *Mirtáceas*, junto a *Chusquea coleu*, gran parte de las lianas, epífitas, herbáceas y helechos de la región centro-sur. En el resto de su distribución hacia el sur en la Cordillera de la Costa se encuentra dentro del tipo forestal Siempreverde y junto al tipo forestal Alerce, también asociada al tipo forestal Ciprés de las Guaitecas, en forma menos común y abundante (Donoso *et al.*, 2007).

2.1.6 Floración, reproducción.

S. conspicua inicia la producción de yemas florares durante los meses de invierno, desarrolla las flores entre Septiembre y Noviembre posteriormente los conos hasta Diciembre. La polinización y fertilización se realiza en primavera. El ciclo de reproducción sexual, desde la floración hasta la formación de los conos y su posterior reproducción de semilla tarda dos años. No se posee información de la edad de inicio de la reproducción de flores y fruto de la especie (Donoso *et al.*, 2007).

En cuanto a la reproducción vegetativa, esta especie no ha presentado mayores problemas para su desarrollo. Según estudios realizados, este tipo de reproducción ha obtenido resultados alentadores logrando un crecimiento de 15cm en cinco meses, después de los debidos procedimiento para lograr el enraizamiento (Godoy *et al.*, 1993).

2.1.7 Diseminación

La caída de semillas es por gravedad. En la Cordillera de la Costa en Valdivia se reproduce esencialmente en verano, no obstante, en la cordillera de los Andes, se ha observado la mayor caída de semillas en marzo (Donoso *et al.*, 2007).

2.1.8 Madera

La madera de *S. conspicua* presenta albura y duramen indiferenciados, a veces posee un falso duramen castaño ocráceo (García *et al.*, 1996). Los anillos de crecimiento son irregulares poco diferenciados debido a la intersección de anillos, en ocasiones con más de un médula central. Posee color café claro y carece de olor y sabor (Figura 2). Su textura es fina y su fibra es recta, posee una veta muy atractiva y la madera es utilizada en la carpintería y la fabricación de tejuelas.



Figura 2. Sección transversal del leño de *S. conspicua* con anillos anuales de crecimiento irregular.

2.2 Raíz

2.2.1 Características Generales

Este es un órgano vegetal dotado de geotropismo positivo, es decir difícilmente se despliega hacia arriba, carece de clorofila y estomas. Por lo general las raíces se desarrollan y viven bajo tierra pero en algunos casos viven en el agua o crecen desde las alturas asociadas a material orgánico en descomposición, este último puede ser ejemplificado con las raíces aéreas que desarrolla *S. conspicua* en el interior de su fuste degradado en su etapa de senescencia.

Cuando las raíces son jóvenes y activas, tiene forma de cono alargado cuya base corresponde al cuello o punto de unión con el tallo distinguiéndose una zona cubierta de finos pelos; llamados pelos radicales o absorbentes y el extremo o punta que esta protegida por un tejido llamado cofia o caliptra.

2.2.2 Estructura de las raíces

La raíz presenta una estructura cilíndrica, que se adelgaza gradualmente desde su base, unida al tallo o a una raíz más grande, hasta su extremidad libre. Es en esta parte de la raíz donde se verifica el crecimiento en longitud, la absorción de agua y la mayor parte del desarrollo de los tejidos primarios. Esta parte puede dividirse en regiones siguiente (Richard., *et al* 1961).

-Caliptra: consiste en un tejido diferenciado con función de protección que cubre el extremo libre de la raíz cuya misión es evitar que el roce contra el suelo destruya el meristema terminal cuando la planta vive en tierra (Figura 4b).

-Punto de crecimiento: consiste en tejido meristemático (prosenquimático) en el que se realiza una activa división celular durante todo el tiempo en que crece la raíz. Esta región, en la mayoría de las veces posee una longitud de un milímetro, observándose en ella un crecimiento en longitud, pero en mucha menor proporción que en la región de alargamiento que le sigue. Como resultado de la división celular, el número de células en el punto de crecimiento tiende a aumentar; algunas de ellas se agregan continuamente a la cofia y otras a la región de alargamiento.

-Región de alargamiento: las células que se producen en el punto de crecimiento experimentan un alargamiento muy rápido, como resultado de la absorción de grandes cantidades de agua y el estiramiento originado por la gran turgencia. Esta región tiene generalmente dos a cinco milímetros de longitud. Sólo una pequeña parte de la extremidad de la raíz, de pocos milímetros de longitud es la que se extiende a través del suelo.

-Pelos radicales: se encuentran un poco por encima de la cofia y su conjunto forma una especie de mango cónico llamado región pilífera constituida por fino filamentos cuya longitud es menor hacia la punta de la raíz donde se encuentran los pelos más jóvenes. A medida que la raíz crece, los pelos de la base se marchitan, mueren y se desprenden mientras nacen otros nuevos hacia la punta; de este modo la región pilífera conserva siempre la misma distancia de la punta. Esta estructura es la encargada de la absorción de agua y nutrientes la que a la vez es distribuida al conjunto de células que conforman la planta (Figura 3 & 4a).

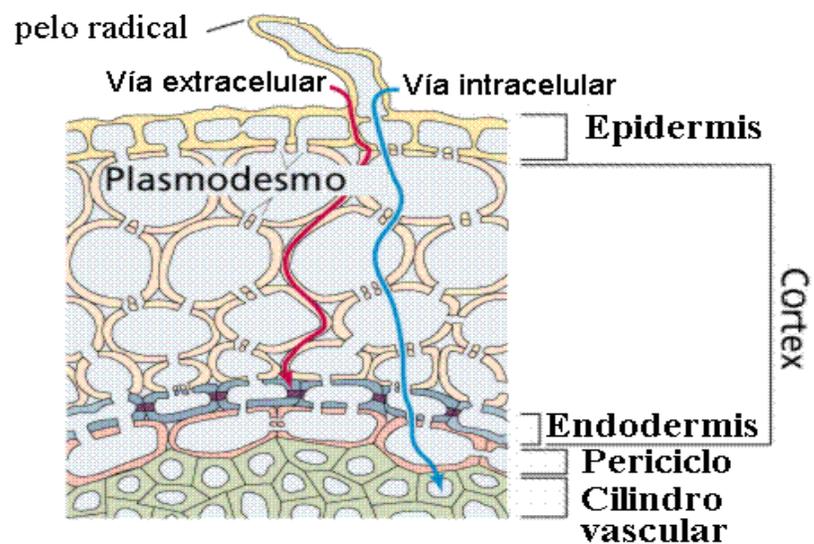


Figura 3. Estructura celular de la raíz, sección transversal. Fotografía extraída de sitio Web <http://www.biologia.edu.ar/plantas/floxilrevisado.htm#Absorción>

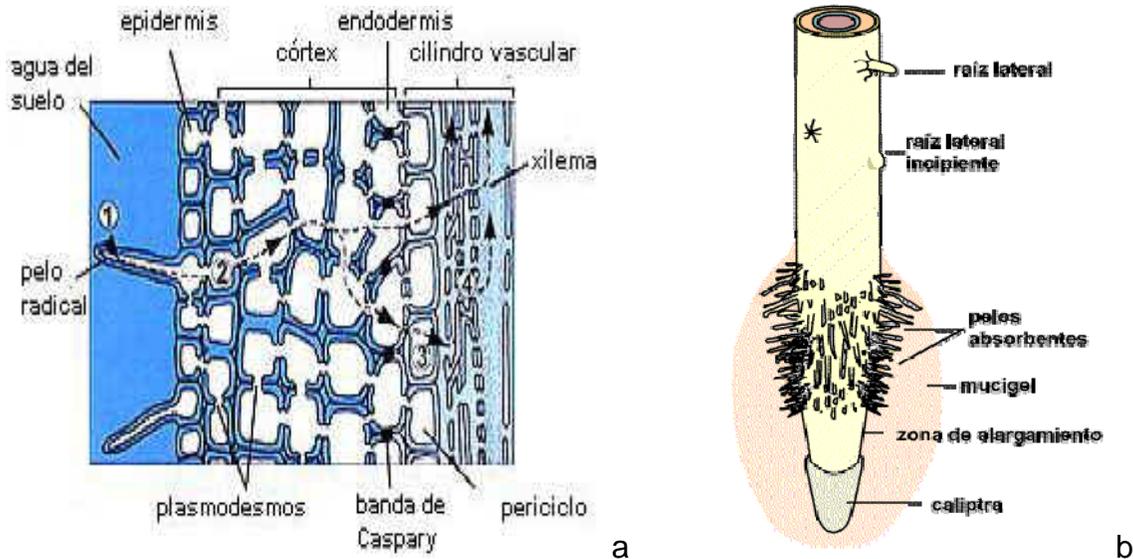


Figura 4. a) Paso de agua desde un pelo radical hasta el xilema. b) Morfología externa de raíz. Imagen esquemática extraída del sitio Web <http://www.biologia.edu.ar/plantas/floxilrevisado.htm#Absorcion>

En general la raíz no se mantiene siempre sencilla si no que cuando crece o adquiere cierta longitud se ramifica, originando un número variable de raíces secundarias sobre la raíz primaria o primitiva, a la vez estas raíces secundarias dan origen a otras nuevas y así sucesivamente, denominándose cabellera al conjunto de todas estas ramificaciones.

Cabe mencionar que las raíces pueden ser confundidas superficialmente con los tallos debido a su semejanza pero pueden ser distinguidas de ellos, por las siguientes características:

- Es poco frecuente su desarrollo por fototropismo
- No están divididas en nudos y entre nudo

Además de estas diferencias, las raíces y los tallos varían mucho en el arreglo de sus tejidos primarios permanentes. Sin embargo, las raíces que desarrollan un cambium y tienen crecimiento secundario se asemejan a viejos tallos leñosos en su estructura. De acuerdo con su origen, las raíces pueden clasificarse en primarias, secundarias y adventicias.

2.2.3 Clasificación de las raíces.

La raíz primaria y todas las que derivan de ella reciben el nombre de secundarias, pero hay plantas que poseen otras raíces que nacen de distintos puntos del tallo e incluso desde hojas, se les conoce como raíces adventicias.

Todas las raíces que no son ramas de la raíz primaria se denominan adventicias; pueden nacer de los tallos y aún, en algunos casos de las hojas (*Begonia*, *Gloxinia* y *Bryphyllum*).

2.3 Anatomía de las raíces

2.3.1 Sección transversal de la raíz en el punto de crecimiento

Una sección transversal de la raíz, a través del punto de crecimiento, muestra que esta constituida por células prosenquimáticas típicas, de paredes delgadas, todas muy semejantes y prácticamente sin espacios intercelulares. Hacia fuera de los tejidos del punto de crecimiento, se observa un anillo de células que puede estar completamente separado del tejido; son las células de la cofia, que se extienden hacia atrás cubriendo el punto de crecimiento.

2.3.2 Sección transversal en el corte de alargamiento

Es también de contorno circular. Las células son aun meristemáticas, pero no tienen aspecto uniforme, porque ya ha habido alguna diferenciación, principalmente en su tamaño; la capa única superficial es el protodermo. El grupo circular de células en el centro de la sección es el procambio, y entre éste y el protodermo está el meristemo básico.

2.3.3 Sección a través de la región de los pelos radicales

En esta sección pueden verse los siguientes tejidos:

- La epidermis (deriva del protodermis), con sus pelos radicales.
- El cortex (derivado del meristemo básico), cuya capa más profunda es denominada endodermis.
- El estele, que consta de; periciclo, que se deriva del meristemo básico, y el xilema y floema, derivados del procambium

La epidermis consta de una sola hilera de células, de las que nacen los pelos radicales. El cortex está compuesto de numerosas capas de células parenquimatosas, y de una sola capa profunda la endodermis, cuyas células tienen frecuentemente sus paredes internas engrosadas, radiales y transversalmente. En otros casos las células de endodermis tienen sus paredes engrosadas todo alrededor y en otros son paredes delgadas, excepto en una banda (banda de Caspari). Las partes engrosadas de las paredes de la endodermis están suberizadas. El estele en la mayoría de las raíces, no tiene medula. El xilema consta generalmente de una masa central de elementos xilemáticos, con brazos radiales, entre los cuales hay grupos de elementos de floema. Los grupos de xilema y floema están separados por una o más capas de células parenquimatosas. El crecimiento secundario presenta diferentes fases de (Figura 5).

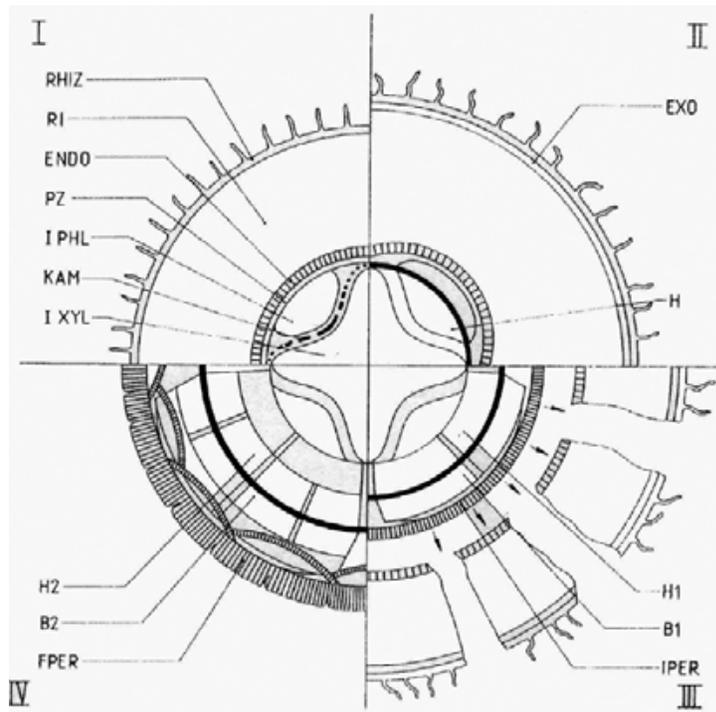


Figura 5. Crecimiento secundario en grosor para la raíz cada uno de los 4 años, los cuadros I-IV representan las diferentes fases del crecimiento. Rhiz: Rizodermis, Exo: Exodermis, RI: Parénquima cortical, E: Endodermis, PZ: Periciclo, I Phl: Floema primario, I XYL: Xilema primario, B1,B2: Líber, H1,H2: Leño, IPER: Peridermis inicial, FPER: Peridermis, FPER: Peridermis desarrollada

3. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

3.1 Área de estudio

El estudio se realizó en tres microcuencas (La Vecina, Encuentro, Mañíos) del predio San Pablo de Tregua (Figura 6 & 7), ubicado entre los 39°30'-39°38' Sur, y los 72°02'-72°09' Oeste y a altitudes entre los 550 a 850m s.n.m en la comuna de Panguipulli, región de los ríos, Chile (Gayoso, 1997).

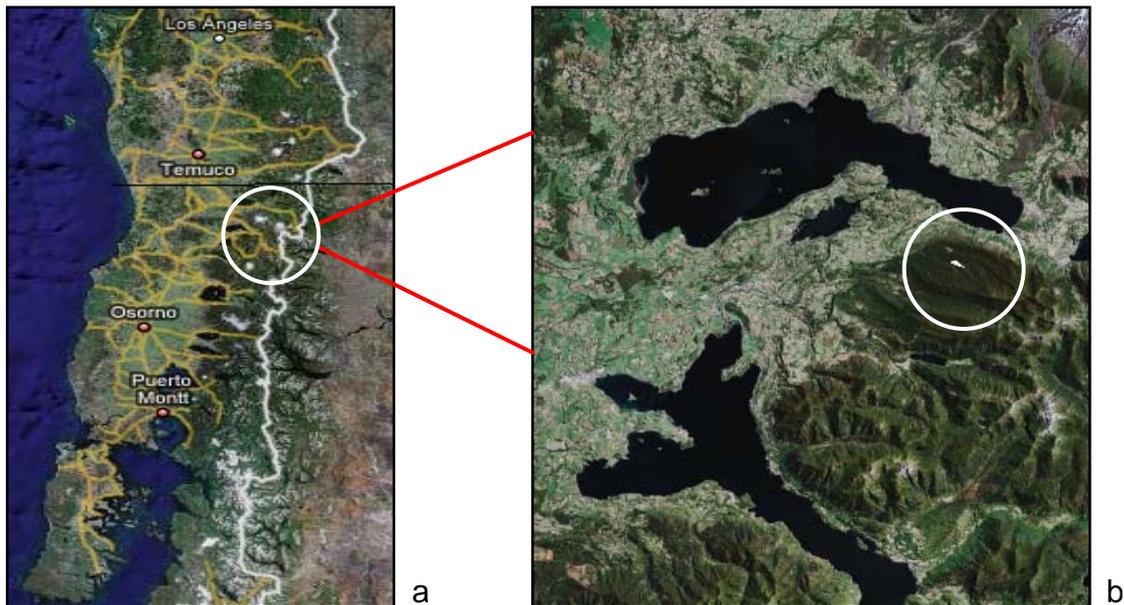


Figura 6. a) Foto aérea de Precordillera andina, provincia de Panguipulli b) predio San Pablo de Tregua.

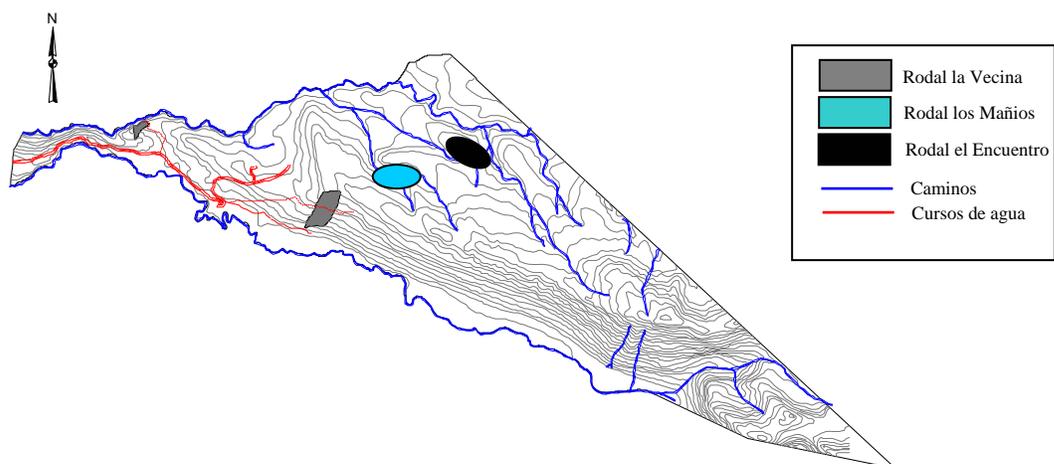


Figura 7. Mapa del predio San Pablo de Tregua indicando microcuencas de estudio

3.2 Clima

Esta zona se caracteriza por presentar un clima templado lluvioso, donde se producen altas precipitaciones anuales que promueven inviernos húmedos, pero veranos muy cortos y secos (Fuenzalida, 1963). La temperatura anual promedio es de 11°C, mientras que la mínima promedio del mes más helado (agosto) es 5°C y la máxima promedio del mes más cálido (febrero) es 20°C (Lara *et al.*, 2002).

Anualmente la precipitación fluctúa entre 4.000 y 5.000mm, siendo los meses más lluviosos mayo, junio, julio y agosto, en los cuales se concentra del 50% del total anual (Lara *et al.*, 2002). A partir de los 1.000 m. s.n.m. son frecuentes las precipitaciones sólidas (nieve) durante el invierno. Los vientos predominantes en esta temporada provienen del norte, mientras que durante la época estival predominan los vientos sur y suroeste (Lara *et al.*, 2002).

3.3 Suelos y topografía

Se establece que dentro del predio, más del 90% (2.000 ha) de la superficie del suelo se encuentra dentro de la serie Liquiñe, que corresponde a suelos profundos a moderadamente profundos, sueltos, de buen drenaje y de alta capacidad de retención de agua. Son suelos derivados de cenizas volcánicas modernas, estratificadas, con un estrato pronunciado de pumicita sedimentadas sobre rocas andesíticas-basálticas. En cuanto a la topografía, en general, el terreno es de tipo montañoso y de topografía compleja (Schlatter, 1975).

3.4 Hidrología

El predio presenta dos ríos principales, que se alimentan de numerosos arroyos y que corresponden a los límites naturales del lugar. Son denominados como Panco, que delimita por el sur del predio y Ranguintulelfu, ubicado en el límite norte.

3.5 Vegetación

En términos generales, la vegetación dominante, está representada por bosque adulto (Cuadro 1), del tipo forestal Coihue-Raulí-Tepa, en distintas etapas sucesionales. En el punto de muestreo N°1 (La Vecina) *S. conspicua* es la especie dominante junto con *Laureliopsis philippiana* (tolerantes dominantes). En el punto de muestreo N°2 (Los Mañíos), la vegetación esta claramente dominada por *S. conspicua*. En el punto de muestreo N°3 (El Encuentro), los coihues aun se encuentran en el estrato dominante acompañados de grandes individuos de *S. conspicua* y *Laureliopsis philippiana*

Cuadro 1. Estructura y composición de las 3 microcuencas boscosas analizadas en el área de estudio (Godoy, 2006).

Nombre	Estructura	Densidad (n° árboles/ha)	Área basal (m ²)	DCM (cm)
Vecina	Sigmoidea	353	75.9	52.3
Los Mañíos	Sigmoidea	266.7	93.33	66.8
Encuentro	J-inversa	501	126.9	56.8

DMC: diámetro media cuadrático

4. METODOLOGÍA

4.1 Análisis microscópico de estructuras adventicias en estudio

Para éste análisis se desarrolló una búsqueda minuciosa en las áreas de estudio, dirigida a individuos de *S. conspicua* que presentaran estado de degradación avanzada del fuste y que a la vez manifestaran el fenómeno de crecimiento de estructuras de carácter leñoso en su interior, procurando que estas estructuras adventicias se encontrara en su primera etapa ontogénica (Figura 8). Se seleccionaron 5 individuos en la microcuenca más representativa (La Vecina), criterio utilizado; mayor número de individuos que presentaran visualmente éste fenómeno, los cuales fueron observados prolijamente para seleccionar finalmente uno como ejemplar de estudio, ya que cumplía con las características antes señaladas.

Se tomaron 15 muestras de las estructuras vegetativas en estudio, a una altura de 2m, las que fueron cortadas con tijera podadora. Además se extrajo del mismo individuo raíces terrestres realizando una excavación de aproximadamente 1m de profundidad y se depositaron por separado (terrestre, estructura aérea en estudio) en frascos con fijador de F.A.A. (formalina, ácido acético y alcohol). Cada set de muestras (tanto terrestres como aéreas), fue dimensionada a una longitud aproximada de 2cm.



Figura 8. a, b) Raíces adventicias de *S. conspicua* en su primera etapa ontogénica en el interior del fuste del individuo.

4.1.1 Preparación microscopia óptica.

Para cumplir la respectiva preparación se realizó el siguiente protocolo: Deshidratación, extracción de alcohol, embebición, obtención de moldes para cortes microtómicos, corte microtómico, tinción y por último sellado con cubre objeto

-Deshidratación. Se procedió en una primera etapa a una deshidratación con alcohol, cadena ascendente, retirando las muestras de la solución de F.A.A para luego sumergirlas en una solución de alcohol al 50% por 30 minutos, trasvasiando y haciendo este cambio a la misma concentración 4 veces. Luego se aumentó el porcentaje de alcohol en la solución al 70% por otros 30 minutos, repitiendo este procedimiento 3 veces más. Este proceso paulatino se realizó de tal modo, para poder lograr una deshidratación lenta con el fin de no dañar la estructura en estudio, y así poder tener una mejor visión a la hora de observación microscópica. Luego se aumentó la concentración de alcohol al 80%, 90%, 96% y por último al 100%, cada una con una diferencia de 30 minutos.

-Extracción de alcohol. Luego de la perfecta deshidratación del material se procedió a la eliminación del alcohol, pues bastan exiguas cantidades de esta sustancia, para producir fuertes retracciones en el material vegetal y dificultar la confección de secciones, etc. Algunos líquidos capaces de mezclarse tanto con el alcohol como la parafina son: benzol cloroformo, éter de petróleo, sulfuro de carburo, tetracloruro de carbono, tetralina, toluol, xilol, así como también diversos aceites esenciales, tales como el de bergomata, el de madera de cedro entre otros. Al pasar los objetos procedentes de alcohol anhidro a otro líquido análogo, se originan corrientes de difusión que, particularmente en el material delicado, ocasionan retracciones y desgarramientos. Por esta razón no se trasladan las piezas directamente al compuesto elegido, si no que se sumergen previamente por un período de tiempo en una mezcla a partes iguales de alcohol y el líquido análogo. Para esto se comenzó depositando las muestras en una solución de alcohol al 100% más butanol en una relación 1:1, por 30 minutos luego se trasvasió y se cambió a una solución compuesta sólo de butanol nuevamente por el mismo periodo de tiempo, repitiendo este último proceso tres veces.

La duración de la deshidratación esta condicionada por el tamaño y naturaleza del material (Cuadro 2)

Cuadro 2 Duración media en horas del período de permanencia de material vegetativo en alcohol al 100% (Romeis, 1928).

	Menor 1mm de lado	De 2 a 5mm de lado	De 5 a 10mm de lado
Alcohol absoluto	2 a 4 horas	6 a 24 horas	24 horas

-Embebición. En una tercera etapa se derivó a la inclusión en parafina sólida, o también llamada embebición con paraplast. Consiste en cambiar el alcohol depositado en las células por parafina, de tal manera de darle rigidez a la estructura para obtener un mejor corte microtómico. Se hizo una mezcla de butanol con paraplast a una relación de 3:1, previo a este paso la parafina sólida fue derretida en una estufa de secado con circulación de aire, marca MEMMERT modelo 600, a una temperatura de 80°C. Luego se trabajó dentro de la estufa a una temperatura de 60°C para evitar la solidificación de la parafina y obtener una buena mezcla entre el butanol y paraplast. Se fue bajando la relación butanol-paraplast a 2:1 cada 30 minutos hasta llegar 1:1, para luego incluir sólo paraplast en el recipiente de muestras, trasvasijando 8 veces cada 30 minutos, asegurando de este modo una total exclusión de este compuesto en las células, punto importante para la obtención de un buen corte de la estructura en estudio. Un buen método de poder dilucidar la extracción completa de butanol es mediante el aroma. Verificar la presencia de olor de este compuesto.

-Obtención de moldes para cortes microtómicos. Para realizar estos bloques se usó parafina sólida, derretida en la estufa descrita anteriormente a una temperatura de 80°C, una vez derretida se bajó la temperatura a 60°C para mantener esta fase de la parafina, temperatura apta para tal efecto. Luego se prepararon 12 placas petri etiquetados catalogando 6 para las raíces terrestres y 6 para la estructura aérea de carácter leñoso, extraída del interior del fuste del individuo seleccionado. A la vez se introdujo en su interior vaselina con el fin de poder retirar los moldes de la placa una vez terminado el proceso de solidificación. Se tomó una placa petri para incluir la parafina derretida, llenándolo hasta la mitad para luego dejarlo enfriar por un par de segundos e incluir una muestra fijándola dejando pasar un par de segundos más para luego llenar hasta colmar la placa. Esto se repitió para cada muestra seleccionada y se dejó enfriar cada molde por 24 hrs. para luego extraerlas de las placas petri. El bloque en el cual se ha incluido el objeto se talló con un cuchillo en forma de paralelepípedo, quitando de cinco de sus caras el excedente de la parafina.

-Corte Microtómico. Teniendo cada molde con forma de paralelepípedo se procedió a ejecutar cortes microtómicos, fijando cada bloque en la pinza del micrótopo. Cada corte fue realizado con una sección de 10 micrones, efectuando 40 para raíces terrestres y 40 para estructura aérea. Estos fueron insertado en un recipiente con agua destilada tibia para lograr el estiramiento de la lámina, para luego ser fijadas en un porta objeto. En cada uno de los portaobjetos se adjuntó 4 láminas, separado por tipo estructura de estudio (terrestre, aérea).

-Tinción. Para tal efecto, se efectuó el siguiente protocolo. Se prepararon cuatro recipientes (cajas de tinción) que en su interior contenían Xilol, cinco cajas con alcohol al 100, 96, 80, 70 y 50%, respectivamente, una caja con una solución compuesta por 1gr de safranina, colorante usado para la tinción de muestras, y 100ml de alcohol al 50% y por último un recipiente con agua destilada. Se sumergió en primer lugar las muestras en la caja de tinción con Xilol por 24 hrs. Al día siguiente se cambiaron las muestras a otra caja con Xilol por 10 minutos, luego se pasó al recipiente de alcohol al 100% por otros 10 minutos bajando el porcentaje gradualmente cada 10 minutos, hasta llegar al punto de la tinción con el recipiente que contenía safranina y alcohol al 50%, dejando sumergida las muestras en esta mezcla por 30 minutos, para luego lavarlas en el recipiente con agua destilada, repitiendo y cambiando el agua hasta extraer el residuo de safranina. Posteriormente, se realizó una cadena ascendente con los mismos recipientes de alcohol desde el 50% hasta el 100% cada 5 minutos y luego con los de Xilol cada 10 minutos dejando las muestras listas para la etapa final de preparación, para la visualización en microscopía óptica.

-Sellado con cubre objeto. Cada porta objeto con las muestras fueron selladas con su respectivo cubre objeto, dejándolas en condiciones para su posterior análisis microscópico.

4.1.2 Preparación Microscopia electrónica de barrido.

Como primera etapa se desarrolló la deshidratación de las muestras usando el mismo protocolo descrito en el punto 4.1.1 Deshidratación. Para este tipo de análisis (MEB) no se incluyó muestras de raíces terrestres.

-Selección de muestras. Para éste punto se usó un criterio personal con el fin de elegir estructuras que bajo una visión de microscopia óptica se observaran sin destrucción del tejido celular. Se seleccionaron 5 muestras las que fueron dimensionadas aproximadamente con una longitud de 3 a 5mm. Posteriormente se hicieron 10 cortes trasversales y 6 longitudinales con un micrótomo, usando para cada corte una distinta hoja para lograr un corte parejo y evitar el daño del tejido en estudio. Todo este procedimiento se hizo bajo la solución de alcohol al 100% para evitar la deformación de las muestras.

El material biológico fijado fue sometido a un proceso de deshidratación ascendente en acetona, para posterior aplicación del “critical point” y proceder al montaje en los porta muestras correspondientes. Luego el material biológico deshidratado y montado se sometió al bañado en oro (coated) para su posterior observación al Microscopio electrónico de barrido.

El Microscopio Electrónico de Barrido utilizado (Microscopio Digital) corresponde a la Firma Leitz Electron Optic, Zeiss, Modelo Leo 420, implementado con micro-analizador de Rayos X de la firma Oxford Instruments.

4.2 Cuantificación de la frecuencia y la altura de origen de raíces adventicias.

Para cuantificar la frecuencia en los rodales se procedió a delimitar dos parcelas (microcuencas Vecina y Maños respectivamente, de 1000m² y un transecto (microcuenca Maños), con dimensiones de 100 x 10m. Se midieron sólo individuos de *S. conspicua* registrando la altura, Dap, número de individuos que presentaban pudrición visible y a la vez aquellos que presentaban raíces adventicias.

Para estimar la altura en la cual comienzan a desarrollarse éstas estructuras se hizo un estudio dirigido hacia los individuos que presentaran descomposición avanzada y desarrollo de raíces adventicias (Figura 9), permitiendo de este modo observar y medir donde comenzaban a desarrollarse éstas estructuras y registrar el número que poseían por individuo



Figura 9 a, b) Raíces adventicias en individuos de *S. conspicua*

4.3 Comparación de la tasa de crecimiento

Para éste fin se analizaron individuos en una de las tres microcuencas estudiadas (Vecina), aprovechando que ésta fue previamente intervenida con un raleo de mejoramiento. De ésta manera se visualizó y se obtuvo el material para la comparación de la estructura de carácter leñoso que desarrolla *S. conspicua* en su etapa senescente, respecto del fuste del individuo

Se seleccionaron 7 individuos representativos con degradación avanzada del fuste y con destacado desarrollo de las estructura en estudio, este (n) fue de esa cantidad debido a que el predio no presentaba mayor número de individuos raleados con presencia de este fenómeno. De cada individuo seleccionado, se extrajo 1 rodela de las estructuras en estudio, (raíz adventicia) a nivel Dap, además del mismo nivel se extrajeron 4 cuñas del individuo de distintos puntos del fuste para obtener un promedio del conteo de anillos y evitar errores debido a la intersección de anillos de crecimiento que caracteriza al leño de *S. conspicua* (Figura 10). Las cuñas y rodela extraídas fueron secadas en una estufa de secado marca MEMMERT modelo 600, hasta lograr un contenido de humedad aproximadamente del 35%, luego fueron pulidas con lijas de granulometría decreciente siguiendo la metodología de Stokes y Smiley (1968), para posteriormente se procedió al conteo bajo una lupa estereoscópica de 50 X de aumento.

Para las rodela extraídas se realizó un conteo de anillos en cuatro direcciones promediando la información obtenida y de este modo disminuir el error de conteo debido a la intersección de anillos. Para las cuñas se usó el mismo criterio, pero promediando la edad, en 3 cuñas de cada individuo.



Figura 10. a) Extracción de cuñas en individuos de *S. conspicua* volteados a consecuencia de un raleo efectuado en área de estudio, b) Raíz extraída de *S.conspicua* para su posterior conteo de anillos

4.3.1 Análisis estadístico

Para este efecto al conteo de anillos de las rodela (raíz aérea), y en las cuñas (individuo) a fin de obtener el crecimiento anual. Se tomó como edad máxima de estudio, la rodela de mínima edad, limitante para la comparación. Es así que se cuantificó para los últimos 10, 50 y 100 años de edad.

El crecimiento anual periódico se estimó de acuerdo a la siguiente expresión:

$$\text{CAP} = \frac{\text{distancia total en } n_i \text{ años (cm)}}{N^\circ n_i \text{ años}}$$

Donde CAP es el crecimiento anual por periodo i , y la distancia total del periodo i .

Para analizar el CAP de las cuñas vs. las raíces se procedió a una comparación para cada periodo a través de la prueba t de muestras pareadas, a una significancia de un 95%, con corrección de Bonferoni de la probabilidad ajustada. Previamente se probó la normalidad de los datos por medio de la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Por otro lado, para registrar posibles efectos del período considerado (10, 50 y 100 años) sobre el crecimiento, por separado para las raíces y las cuñas, se realizó un análisis de varianza no paramétrico Kruzkal-Wallis (H -test). La separación de medias antes una prueba H significativa, se realizó por medio de la prueba Dunn (Zar, 1997).

5. RESULTADO Y DISCUSIÓN

5.1 Anatomía de estructuras adventicias

Por medio de los análisis tanto de microscopía óptica como electrónico de barrido se pudo dilucidar que la estructura de carácter leñoso que desarrolla *S. conspicua* en el interior del fuste degradado en su etapa senescente corresponde a una raíz adventicia (Figura 11a).

Se apreció que estas estructuras lucían una morfología típica de raíces de coníferas endémicas, con abundante presencia de nódulos, raíces modificadas (Godoy & Mayrs 1989), pero sin rastros de colonización de micorrizas, esto puede ser explicado ya que este tipo de simbiosis se provoca debido a una gran influencia del sustrato, lo que en este caso se obvia ya que estamos frente a una raíz aérea.

Cada nódulo se observó externamente poseyendo un tamaño aproximado de 0,5mm de diámetro, con una marcada presencia de pelos radicales factor importante a la hora de dilucidar que la estructura corresponde a una raíz. Además cada nódulo se distribuye de forma paralela (Anexo 3, Figura 3a), correspondiente a las raíces terrestres de *S. conspicua*. En el material se observaron pelos absorbentes junto a los nódulos (Figura 11b).

Este gran número de nódulos radicales presentes en raíces, tanto aéreas como terrestres en individuos de *S. conspicua*, pueden ser producto de una estrategia de ahorro de energía que facilitan una mayor absorción de agua y nutriente, lo que se acentúa en raíces adventicias en individuos de *S. conspicua*.

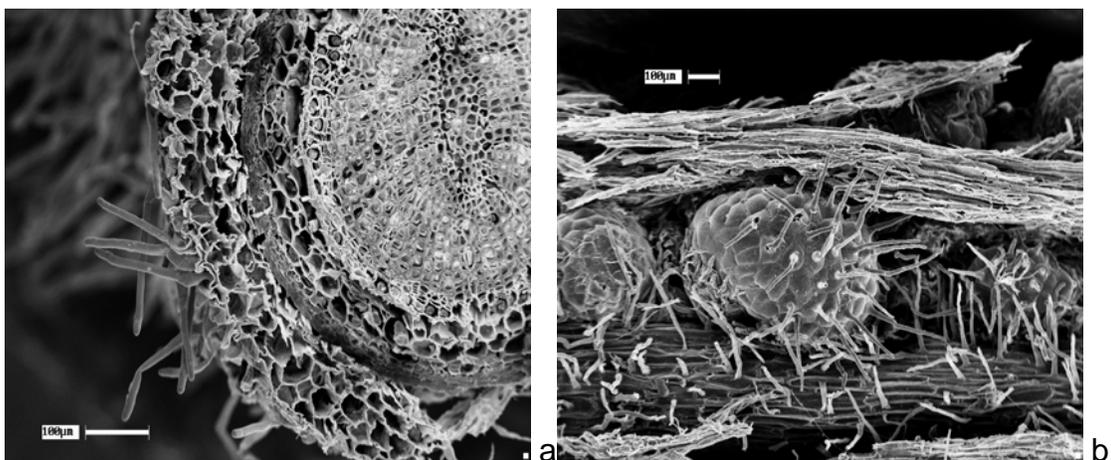


Figura 11. Fotografía de barrido electrónico a raíces aéreas de individuos de *S.conspicua* a) sección transversal con evidencia de pelos absorbentes. b) Vista externa frontal con presencia de nódulos radicales.

5.2 Frecuencia y altura de origen del fenómeno de estructuras adventicias.

A través de los inventarios realizados en las tres microcuencas consideradas en el estudio, se pudo observar una frecuencia de pudrición baja respecto del total de individuos de *S. conspicua* inventariados. El porcentaje de individuos alcanza el 17% (Figura 12.a), de los cuales el 31% presentaban raíces adventicias visibles (Figura 12.b).

Cabe mencionar que estas cifras son sólo estimaciones de frecuencia de este fenómeno, ya que el criterio usado para la cuantificación tanto de degradación como la presencia de raíces adventicias fue visual, impidiendo de esta manera registrar el número real de individuos que presentaban este fenómeno. Esto se puede argumentar ya que en una de las áreas de estudio se procedió a la realización de un tratamiento silvicultural, para mejorar la calidad del bosque, debido a esto quedó en evidencia la existencia de individuos de *S. conspicua* con degradación interna, y con presencia de raíces aéreas, pero no manifestándolo exteriormente, (Anexo 4 Figura 4.d). Se recomienda para obtener un resultado con una tendencia mas ajustada a la realidad interpretar este objetivo bajo otro concepto, como por ejemplo cuantificar el rango o clase diamétrica en la cual comienza a degradarse el fuste de individuos de *S. conspicua* en su etapa senescente, con el supuesto del desarrollo de raíces adventicias posterior a la etapa de degradación y de éste modo, cuantificar la frecuencia del fenómeno en un bosque adulto. Este supuesto puede ser considerado ya que se pudo constatar visualmente en los rodales de estudio, individuos de *S. conspicua* con pudrición inicial del fuste y con la presencia de raíces adventicias.

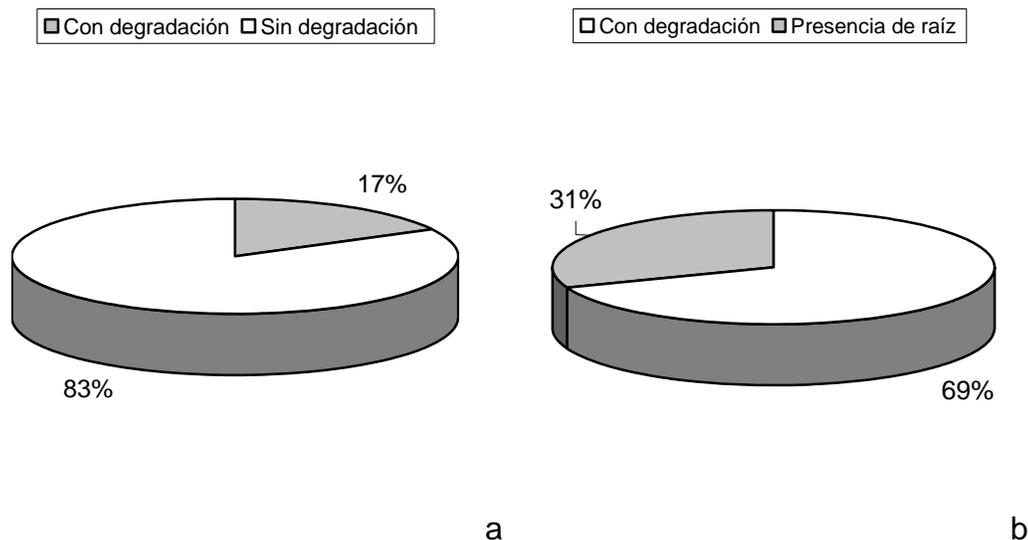


Figura 12. a) Porcentaje de individuos de *S.conspicua* con degradación visible respecto del total inventariado. b) refleja el porcentaje de individuos con presencia de raíces aéreas, respecto del total degradado.

En cuanto a la altura de crecimiento, estas raíces mostraron un rango de inicio entre los 0,8 y 12m (Figura 13.) de altura respecto del suelo, sin embargo, la gran mayoría de raíces aéreas comienza su desarrollo en alturas cercanas a la media, la cual asciende a 4,5m más menos. No se registró una relación entre la altura de desarrollo de estas raíces y el diámetro del individuo.

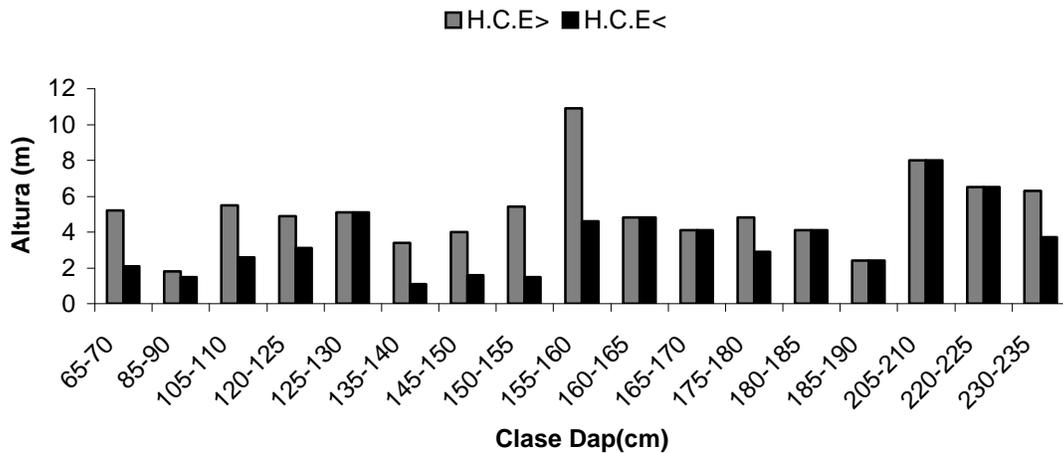


Figura 13. Altura de crecimiento de raíz adventicia en individuos de *S. conspicua* por clase diamétrica, donde HCE>, HCE<, corresponde a la altura mayor y menor de desarrollo de raíz aérea respectivamente.

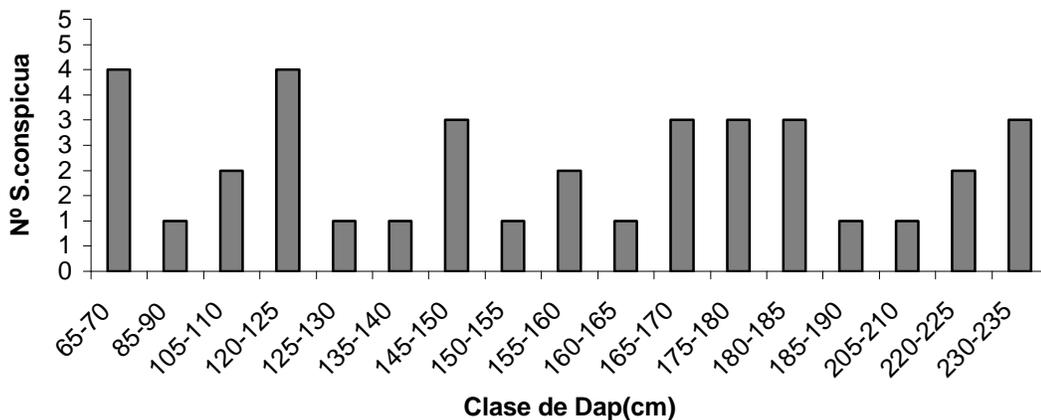


Figura 14. Número de individuos de *S. conspicua* por clase diamétrica.

5.3 Comparación de CAP radial de raíz adventicia con las del respectivo fuste del individuo.

El crecimiento anual, de los tres periodos analizados registró una tasa menor para la raíz, respecto del fuste del individuo (Figura 15.), además se pudo constatar que para los periodos de 10 y 50 años no hubo diferencia significativa en el crecimiento radial de la raíz, pero para éste último fueron marginales entre la raíz y el respectivo fuste. Para los últimos 100 años se presenta un resultado distinto con diferencia significativa (Cuadro 3.). Lo anterior nos indica un crecimiento radial de la raíz levemente menor en relación al crecimiento radial del fuste del individuo. Sin embargo las raíces adventicias logran alcanzar diámetros bastante considerables que pueden llegar cercano a los 0,4m (Anexo 4, Figura 4.a,b). Es posible pensar que estas estructuras comienzan su desarrollo posterior a la degradación del fuste del individuo, ya que requieren de espacio físico para su desarrollo, por lo que se relaciona el despliegue de éstas raíces con la prolongación de la longevidad del individuo, independiente de la tasa a la cual se desarrollen. Su presencia parece ser un factor imprescindible para la permanencia del individuo en el sitio a la hora de enfrentarse a condiciones climáticas adversas, ya que estas raíces adventicias proporcionan un sistema de anclaje para el individuo de *S. conspicua*, evitando de este modo su caída por causa de factores climáticos o por la degradación que se presenta en individuos de este género endémico y monotípico de nuestro país.

Cuadro 3. Registros de significancia para los periodos analizados.

	Años		
	10	50	100
Raíz (cm)	0,062	0,07	0,043
Fuste (cm)	0,102	0,103	0,08
Estadísticos	t = -1,67; P = 0,154	t = -2,04; P = 0,095	t = -3,11; P = 0,036

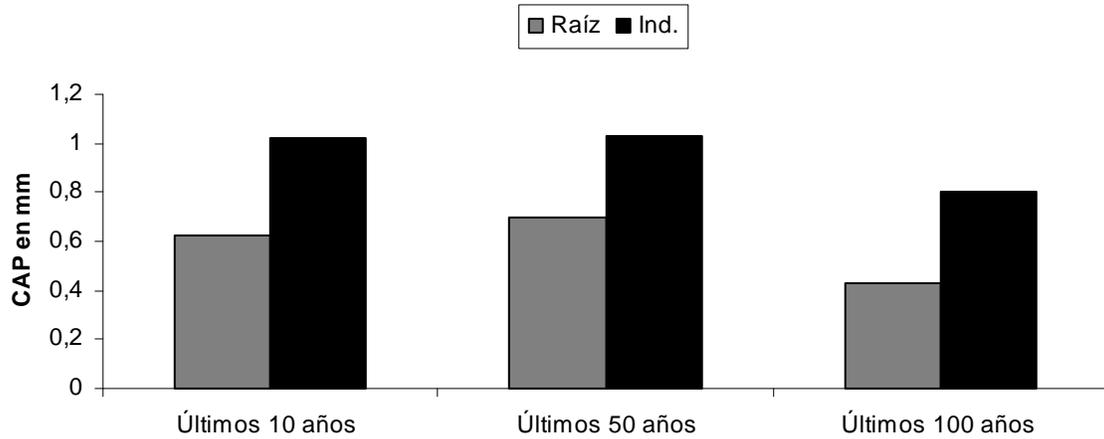


Figura 15. Crecimiento anual por periodo de raíz adventicia con la del respectivo fuste del individuo en *S. conspicua*.

Las edades mínimas y máximas de los individuos de *S. conspicua* analizados en el presente estudio alcanzaron los 150 a 460 años, teniendo en cuenta que se hizo imposible contabilizar los anillos de crecimiento del centro del fuste ya que se encontraban con degradación avanzada. Dentro de cada uno de estos fustes se presentaron raíces adventicias, las que bordearon edades promedio de 115 años. Posible indicador de edad en la permanencia del individuo en el sitio.

6 CONCLUSIONES

La estructura en estudio corresponde a una raíz adventicia, que se despliega hasta llegar al suelo. Estas estructuras presentan una anatomía propia de raíces terrestres de coníferas endémicas de Chile.

Los registros obtenidos en cuanto a la frecuencia de raíces adventicias originadas en el interior del fuste de individuos de *S. conspicua* en los rodales de bosques adulto analizados son bajas, y se estima no superior al 10%, con una altura promedio de desarrollo a $0,5\text{m} \pm \text{DS}$, respecto del nivel del suelo.

La tasa de crecimiento radial de la raíz leñosa, respecto del fuste del individuo fue levemente menor, a pesar de esto, alcanzan diámetros bastante considerables que pueden llegar cercanos a los 0,4m, con edades promedio de 115 años, alcanzando una máxima y mínima de 168 y 48 años respectivamente, lo que puede señalar una prolongación de la longevidad del individuo. Las edades en los individuos de *S. conspicua* analizados, fluctuaron entre los 150 a 460 años.

Lo anterior conlleva a lo siguiente. Bajo condiciones naturales en bosques templados adultos, es posible encontrar individuos de *S. conspicua* en avanzados estados de descomposición del fuste (longitudinal, radial) en su etapa de senescente, donde en el interior se desarrollan raíces adventicias que se despliegan hasta lograr llegar al suelo, otorgando una función mecánica de anclaje y/o sustento, con el consecuente beneficio de prolongar la longevidad del individuo, lo que resulta en una estrategia de sobrevivencia efectiva en más de 100 años.

Cabe mencionar que sería de un gran aporte para la continuidad del estudio analizar otro tipo de factores, tales como cuantificar la edad de vida de la especie, lo que actualmente sólo se estima, además de considerar el crecimiento longitudinal de las raíces adventicias que se desarrollan en el interior del fuste en individuos de *S. conspicua*, entre otras variables que pudiesen ser pertinentes para complementar el entendimiento de este fenómeno.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Armesto, J., León, P. & Arroyo, M. 1996. Los bosques templados del sur de Chile y Argentina. Una isla biogeográfica en: Armesto, J., Villagrán, C. & Arroyo, M-K. 1996. Ecología de los bosques nativos de Chile. Editorial Universitaria, Santiago. 71-2 p.
- Cano, M., Stark D. & Godoy R. 2007. Estrategia de *Saxegothaea conspicua* para perpetuarse en el sitio in: VII congreso internacional de gestión de recursos naturales. Valdivia. 20-23 nov
- Donoso, C. 1993. Bosques Templados de Chile y Argentina. Variación, estructura y dinámica. 1ª Edición. Editorial Universitaria. Santiago (Chile). 483 p
- Donoso, C., Escobar B., Donoso P., Ultreras F. & Zuñiga. 2007. *Saxegothaea conspicua*. En: Donoso C. Las especies arbóreas de Chile y Argentina, autoecología. Editorial Marisa Cuneo. 116-125p
- Fuenzalida, H. 1963. Clima. En. Las zonas áridas de Chile (Provincias del Norte).Informe Nacional a la Conferencia Latinoamericana para el estudio de las Regiones áridas. UNESCO Buenos Aires. 13 – 21p
- García, L., Guindeo A., Palacios A. 1996. Características macroscópicas de *Saxegothaea conspicua*. Madera de coníferas. Editorial Fundación Conde del Valle de Salazar. 303p
- Gayoso, J. 1997. Proyecto de Uso Múltiple Predio San Pablo de Tregua. Informe Final. UACH, Valdivia. 90 p
- Godoy, R. 2006. Caracterización del predio San Pablo de Tregua, Fondecyt 1050313. Informe de avance.
- Godoy, R. & Meyr, R. 1989. Caracterización morfológica de micorrizas vesículo-arbusculares en coníferas endémicas del sur de Chile. Bosque, 10(2): 89-91p
- Godoy, R. 1993. Compatibilidad y eficiencia efectiva in vitro de *Glomus intraradices* en coníferas del sur de Chile. Bosque, 14(2): 57-63p
- Hoffmann, A. 1997. Flora Silvestre de Chile, Zona Araucana. El Mercurio S.A.P. Santiago, Chile. 257p

- Lara, A. & Villalba, R. 1993. A 3,620-year temperature record from *Fitzroya cupressoides* tree rings in southern South America. *Science*, 260: 1104-1106.
- Lara, A., A. Altamirano., O. Thiers, A. & Tacón. 2002. Plan de Manejo, Proyecto CIPMA FMAM, Unidad Demostrativa Piloto, Predio San Pablo de Tregua. Valdivia, Universidad Austral de Chile, Fac. de Cs. Forestales. 59 p.
- Martcorena, C & Rodríguez, R. 1995. Flora de Chile Vol. I. Aníbal Pinto S.A. Concepción, Chile. 350p
- Martínez, O. 1979. Coníferas de Importancia Forestal. Publicación docente N°2. Valdivia, Chile. 116p.
- Muñoz, M. 1980. Flora del Parque Nacional Puyehue. Universitaria. Santiago, Chile. 558p.
- RAU, JR. 2005, Factores de impacto de Biological Research: 1998-2004. *Biological Research* 38: 147-149
- Romeis, B. 1928. Guía-Formulario de Técnicas histológica. Editorial Labor S.A. 87p.
- Richard, M & Wilfred & Robbins E. 1961 Botánica general 153p.
- Schlatter, J. 1975. Suelos del predio San Pablo de Tregua. Documento inédito. Universidad Austral de Chile. Valdivia. 2p.
- Schmithusen, J. 1968. Allgemeine Vegetations Geographie. Walter de Gruyter & CO. Berlin, Alemania. 463p.
- Stokes, M.A & T.L. Smiley. 1968. An introduction to tree-ring dating. University of Chicago Press, Chicago, Illinois
- Veblen, T.; Armesto, J.; Burns, R.; Kitzberger, T.; Lara, A.; Leon, B. & Young, K. 2005. The Coniferous Forests of South America. In: F. Andersson (Ed.). Coniferous forests. Ecosystemes of the World Series, Elsevier, Brussels, 6: 293-317
- Villagrán, C., Moreno, P & Villa, P. 1996. Antecedentes Palinológicos Acerca de la Historia cuaternaria de los Bosques Chilenos. En. Armesto, J., Villagrán, Arroyo, M.k. Ecología de los bosques nativos de Chile. Editorial Universitaria Santiago. 51-69
- Villagrán, C & Hinojosa, L. 1997. Historia de los bosques de Sudamérica II fitogeografía. *Revista Chilena de Historia Natural*, 70: 241-267.

Willson, M., Schmith-Ramírez, C., Sabag, C. Hernández, J. 1996. Mutualismos entre plantas y animales en bosques templados de Chile. En: Armesto, J., Villagrán. C. & Arroyo. M-K. 1996. Ecología de los bosques nativos de Chile. Editorial Universitaria, Santiago. 251-278.

Zar, J. 1999. Biostatistical Analysis. 4th Edition. Prentice-Hall, Inc., Upper Saddle River, NJ. 931p

ANEXOS

Anexo 1
Abstract and keywords

ABSTRACT

Saxegothaea conspicua is a tree species that dominates the temperate forest of the South-Center of Chile, during its senescence state it is characterized by having its stem rotten inside in a variable magnitude (length and diameter), from which are originated woody vegetative structures, that can be regarded as roots, that allow the individual to anchor itself to the ground with the consequent benefit of perpetuation in the place, extending its longevity. The study characterizes the inner vegetative structure that *S. conspicua* develops during its senescence and describes the potential advantages, function and implications on the individual's perpetuation on the place. Aerial vegetative samples were collected to be analyzed under electronic microscope aiming to elucidate its anatomy. Inventories were done to determine the frequency and abundance, *in situ*, of the phenomenon. Besides this, it was quantified the height where the structures are originated, and the growing radial rate was determined for periods of 10, 50 and 100 years, for both the structure and the stem. The result indicates that the vegetative structure corresponds to an aerial root that gives an adaptive advantage for the perpetuation of the individual on the place. About the degradation of the individuals, it presented a frequency of 17% over the total individuals of *S. conspicua* inventoried, from these, 31 % had visible aerial roots, giving total frequency of the phenomenon of 5,27%, the low percentage found, may not represent the real tendency, since the criteria used to quantify the phenomenon's frequency was optical. The average height in which the aerial root is originated varies between 3,9-5,2m. The radial growing rate of the root is slightly lower than the stem, this can be explained due to the conditions in which it develops.

Key words: *Saxegothaea conspicua*, senescence, adventitious root, rotten.

Anexo 2
Caracterización vegetal de los bosques:
Estructura y Composición de especies

Inventario del Bosque (Godoy, R. Fondecyt 1050313)

Fecha 17.12. 2006.

Tamaño: 2500m².

Lugar: Parcela la Vecina (Siempreverde)

Altitud 710m snm Exposición: S

Inclinación: 25°

Cuadro 1. Cobertura del rodal

Estrato	Arbóreo superior	Arbóreo medio.	Arbóreo inferior.	Arbustivo superior	Arbustivo inferior	Herbáceo
Altura	35m.	7-10m.	4-6m.	1-4m.	2m.	30cm.
Cobertura%	40	5	<5	<5	5	80

Cuadro 2. Cobertura por especie (%)

Especies	Cob.	Especies	Cob.
Arbóreo superior		<i>Greigia landbecki</i>	X
<i>Saxegothaea conspicua</i>	30	<i>Luzuriaga erceta</i>	X
<i>Laureliopsis philippiana</i>	5		
<i>Dasyphyllum diacanthoides</i>	5	Epífitos y trepadores	
		<i>Fascicularia bicolor</i>	X
Arbóreo medio		<i>Mitraria coccinea</i>	X
<i>Saxegothaea conspicua</i>	5	<i>Hymenophyllum pectinatum</i>	X
<i>Laureliopsis philippiana</i>	X	<i>Hydrangea serratifolia</i>	X
Arbóreo inferior			
<i>Myrceugenia planipes</i>	5		
Arbustivo superior			
<i>Chusquea quila</i>	5		
<i>Myrceugenia planipes</i>	X		
Arbustivo inferior			
<i>Azara lanceolata</i>	X		
<i>Dasyphyllum diacanthoides</i>	X		
<i>Chusquea quila</i>	X		
<i>Myrceugenia planipes</i>	5		
<i>Amomyrtus luma</i>	X		
Herbáceo			
<i>Blechnum blechnoides</i>	60		
<i>Chusquea quila</i>	10		
<i>Lophosoria quadripinnata</i>	X		
<i>Ctenitis spectabilis</i>	5		
<i>Dysopsis glechomoides</i>	X		
<i>Loasa acantifolia</i>	X		

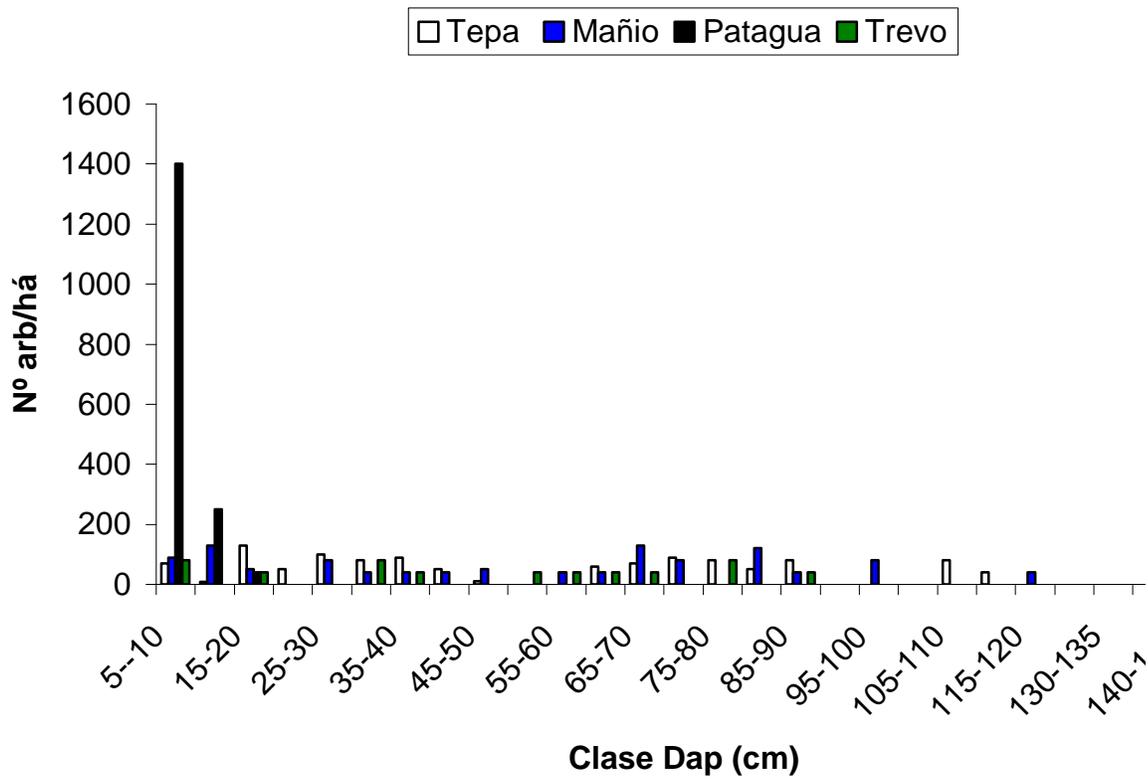


Figura 1. Número de árboles por clase diamétrica en una hectárea, microcuenca la Vecina (Godoy, 2006)

Inventario del Bosque

Fecha: 13.02.2006.

Tamaño: 2500m²

Lugar: SPT (Parcela Encuentro, bosque prístino)

Altitud: 850m s.n.m

Exposición: SW

Inclinación 5 °

Cuadro 3. Cobertura del rodal

Estrato	Arbóreo superior	Arbóreo medio	Arbóreo inferior.	Arbustivo	Herbáceo	Muscinal
Altura	45m.	25-30m.	5-8m.	1-5m.	50cm.	10cm.
Cobertura%	50	60	10	5	5	50

Cuadro 4. Cobertura por especie (%)

Especie	Cob.	Especie	Cob.
Arbóreo superior		Estrato muscinal	
<i>Nothofagus dombeyi</i>	50	<i>Dendroligotrichum dendroides</i>	X
		<i>Rigodium implexum</i>	50
Arbóreo medio			
<i>Laureliopsis philippiana</i>	20		
<i>Saxegothaea conspicua</i>	40		
Arbóreo inferior			
<i>Laureliopsis philippiana</i>	10		
<i>Saxegothaea conspicua</i>	X		
Arbustivo			
<i>Laureliopsis philippiana</i>	5		
<i>Azara lanceolata</i>	X		
<i>Gricelinia scandens</i>	X		
<i>Chusquea coleu</i>	X		
Herbáceo			
<i>Chusquea coleu</i>	X		
<i>Chrysosplenium valdivicum</i>	X		
<i>Luzuriaga radicans</i>	X		
<i>Azara lanceolata</i>	X		
<i>Uncinia phleoides</i>	X		
<i>Disospsis glechomoides</i>	X		
<i>Mitraria coccinea</i>	X		
<i>Loasa acanthofolia</i>	X		
<i>Nertera granadensis</i>	X		
<i>Campsidium valdivicum</i>	X		
<i>Myrceugenia planipes</i>	X		
<i>Ctenitis spectabilis</i>	X		
<i>Blechnum blechnoides</i>	X		

Inventario del Bosque

Fecha...17. 12. 2006.

Tamaño: 2500m²

Lugar: SPT (Parcela Los Maños).

Altitud: 740m.snm

Exposición: S W

.Inclinación: 20 °

Cuadro 5. Cobertura del rodal

Estrato	Arbóreo superior	Arbóreo medio	Arbóreo inferior.	Arbustivo	Herbáceo	Muscinal
Altura	35m.	12m.	4m.	1-2m.	30cm.	10cm.
Cobertura%	70	40	10	10	40	10

Cuadro 6. Cobertura por especie (%)

Especies	Cob.	Especies	Cob.
Arbóreo superior		Herbáceo	
<i>Saxegothaea conspicua</i>	60	<i>Nertera granadensis</i>	20
<i>Laureliopsis philippiana</i>	10	<i>Greigia landbekii</i>	X
		<i>Ctenitis spectabilis</i>	10
Arbóreo medio		<i>Saxegothaea conspicua</i>	X
<i>Saxegothaea conspicua</i>	35	<i>Campsidium valdivianum</i>	X
<i>Amomyrtus luma</i>	5	<i>Uncinia phleoides</i>	X
		<i>Loasa acanthifolia</i>	X
Arbustivo superior		<i>Hidrangea integerrima</i>	X
<i>Chusquea quila</i>	10	<i>Dysopsis glechomoides</i>	X
		<i>Blechnum blechnoides</i>	X
Arbustivo inferior		<i>Uncinia tenuis</i>	X
<i>Amomyrtus luma</i>	5		
<i>Myrceugenia planipes</i>	X	Muscinal	
<i>Laureliopsis philippiana</i>	X	<i>Dendroligotricum dendroides</i>	10
<i>Azara lanceolata</i>	X		
<i>Dasyphyllum diacanthoides</i>	X	Epífitos	
<i>Chusquea quila</i>	X	<i>Mitraria coccinea</i>	X
<i>Ribes magellanicum</i>	X	<i>Fascicularia bicolor</i>	X
		<i>Hymenophyllum pectinatum</i>	X
		<i>Asplenium dareoides</i>	X
		<i>Hymenophyllum caudiculatum</i>	X
		<i>Coriaria ruscifolia</i>	X
		<i>Serpyllopsis caespitosa</i>	X
		<i>Hymenophyllum sp.</i>	X

Anexo 3
Anatomía de raíz adventicia de *S. conspicua*.

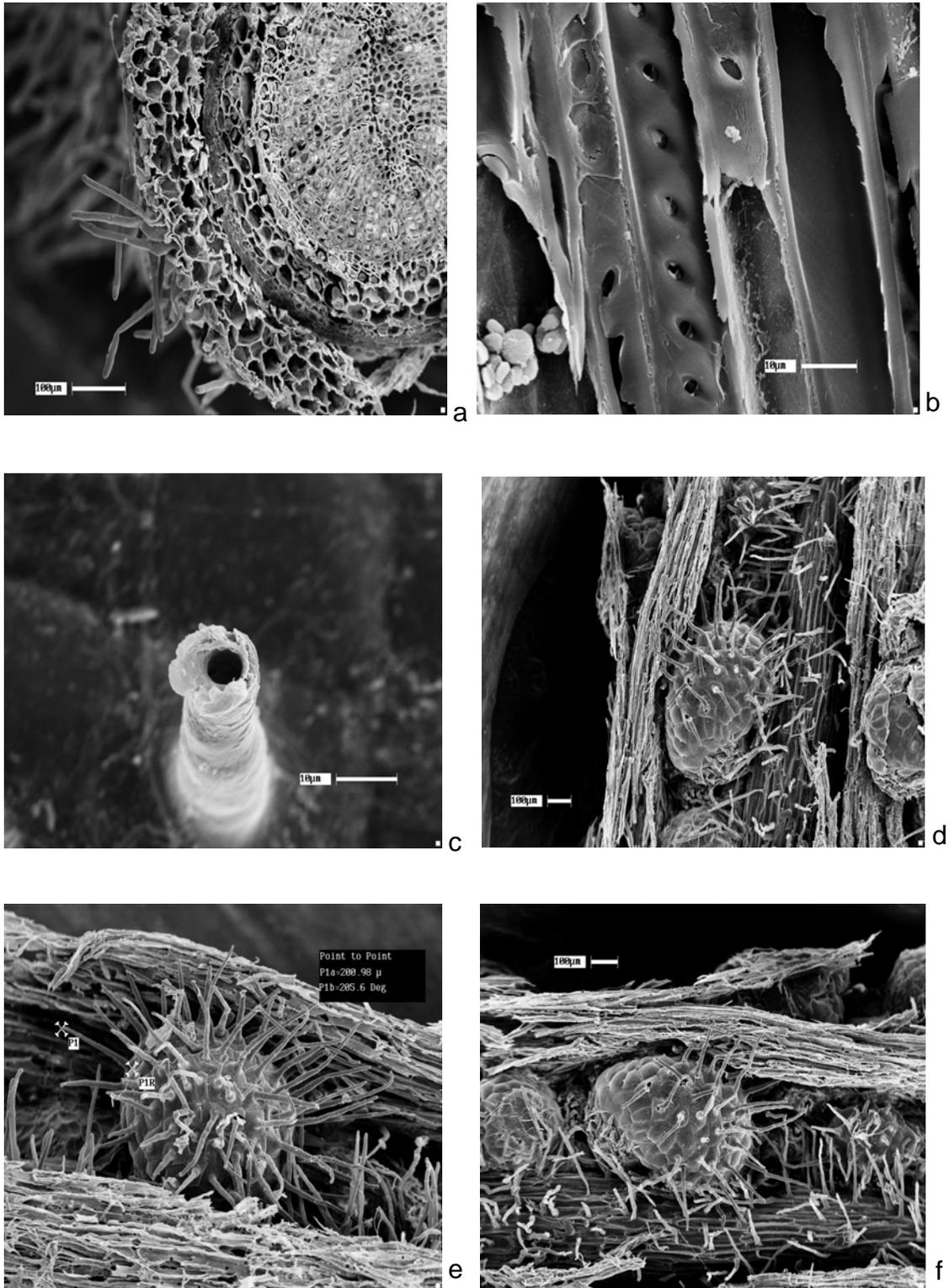


Figura 2. Raíz en su primera etapa ontogénica a) Corte transversal con presencia de pelos absorbente b) Corte longitudinal con presencia de punteaduras areoladas. c) Pelo absorbente. d, e, f) vista externa de de raíz con presencia de nódulos radicales. (Fotografías de microscopía electrónica de barrido)

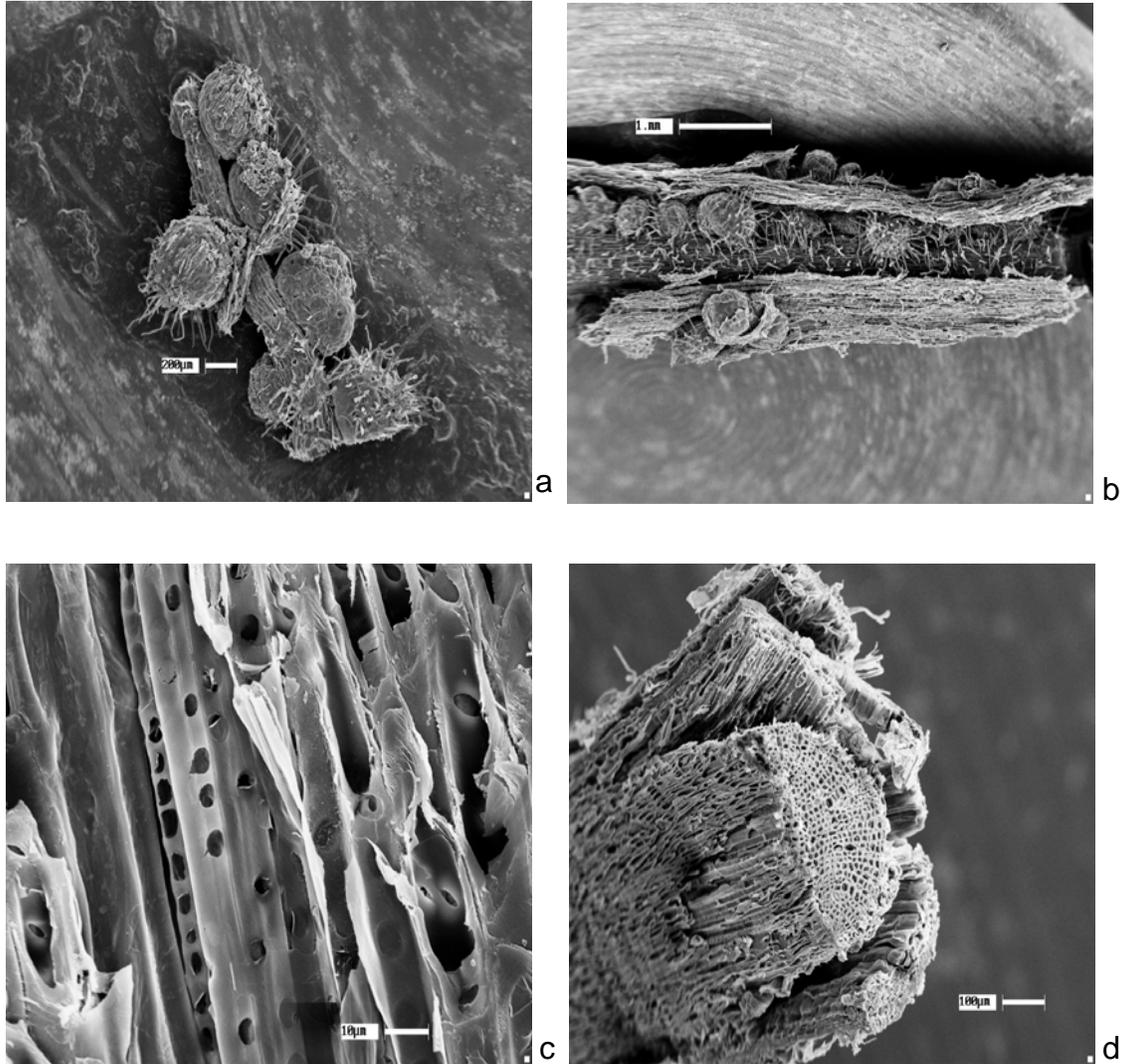


Figura 3. Raíz adventicia de *S. conspicua* en su primera etapa ontogénica. a) Nódulos en disposición paralela. b) Vista externa de raíz unida a extractos de celulosa. c) Corte longitudinal con presencia de punteaduras areoladas. d) Corte trasversal

Anexo 4
Frecuencia y Altura de crecimiento de raíces adventicias

Cuadro 7. Número de individuos de *S. conspicua* con degradación y con presencia de raíces aéreas. En cada parcela de estudio

Tamaño (1000m ²)	Total <i>S.conspicua</i>	Con degradación	Sin degradación	Presencia de raíz
Parcela1 (Vecina)	23	0	23	0
Parcela2 (Maño)	23	6	17	2
Parcela3 (Encuentro)	6	3	3	2
Total	52	9	43	4

Cuadro 8. Altura de crecimiento mayor H.C.R>, y menor H.C.R<, de la raíz adventicia (m.)

Nº individuo	DAP cm.	H.C.R>	H.C.R<
1	66	3,1	2,6
2	65,5	7,5	1,8
3	66	2,1	1,6
4	65,5	8	2,3
5	85,8	1,8	1,5
6	108,8	5,2	2,5
7	105,5	5,7	2,7
8	125	5,4	4,2
9	122,5	3,8	3,8
10	120,4	5,7	2,7
11	120,4	4,7	1,6
12	128	5,1	5,1
13	137	3,4	1,1
14	150	5,7	1,6
15	145,8	3,7	2,1
16	145,8	2,7	1,1
17	153	5,4	1,5
18	157,5	11,4	5,1
19	157,5	10,4	4,1
20	165	4,8	4,8
21	168	4,7	4,7
22	165	3,8	3,8
23	168	3,7	3,7
24	177	4,6	1,8
25	180	6,2	6,2
26	177	3,6	0,8
27	185	4,2	4,2
28	184,5	3	3
29	180	5,2	5,2
30	188	2,4	2,4
31	208	8	8
32	222	7	7
33	222	6	6
34	230	4,9	3,3
35	233	7,5	4,4
36	233	6,5	3,4

Cuadro 9. Altura de origen de raíces adventicias por clase diamétrica, donde H.C.R>, H.C.R<; altura de crecimiento mayor y menor respectivamente (m.)

Nº Individuos	Clase Dap Cm.	H.C.E>	H.C.E<
4	65-70	5,2	2,1
1	85-90	1,8	1,5
2	105-110	5,5	2,6
4	120-125	4,9	3,1
1	125-130	5,1	5,1
1	135-140	3,4	1,1
3	145-150	4	1,6
1	150-155	5,4	1,5
2	155-160	10,9	4,6
1	160-165	4,8	4,8
3	165-170	4,1	4,1
3	175-180	4,8	2,9
3	180-185	4,1	4,1
1	185-190	2,4	2,4
1	205-210	8	8
2	220-225	6,5	6,5
3	230-235	6,3	3,7
Promedio		5,1	3,5
Promedio total		4,3	
Desviación estándar		2,03	1,84
Desviación promedio		1,93	

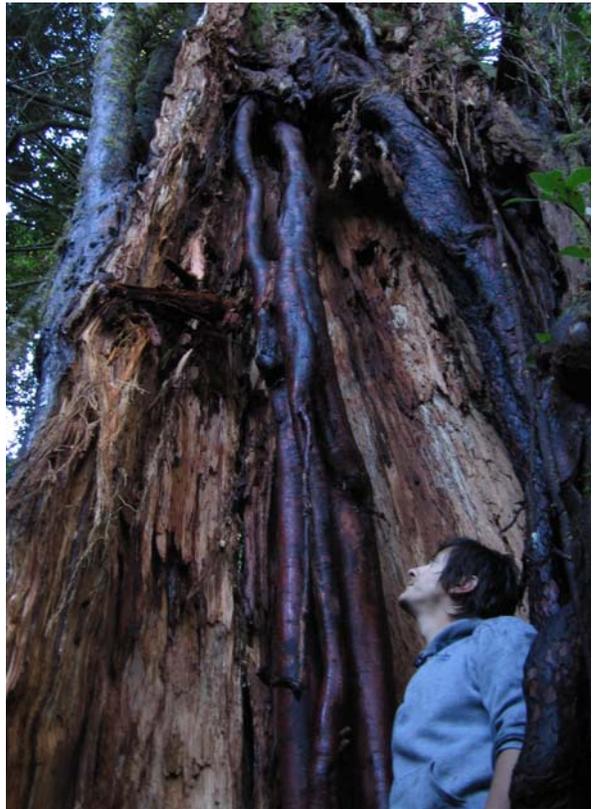


Figura 4. Individuos de *S. conspicua*. a) Unión de raíces adventicias. b) Raíz adventicia en estado avanzado de desarrollo. c) Fuste con un avanzado estado de descomposición y con presencia de raíces adventicias. d) Individuo raleado con degradación avanzada y sin presencia de daños exteriores. e) anclaje de raíces aéreas en el sustrato con evidente bifurcación de las estructuras

Anexo 5
Crecimiento anual por período (CAP), raíz adventicia, individuo de *S.*
conspicua

Cuadro 10. Edad (años) para raíces adventicias analizadas de *S. conspicua*.

Nº	Raíz	Raíz	Raíz	Raíz	Edad media raíz
	Edad1	Edad 2	Edad 3	Edad 4	
1	148	145	140	143	144 ± 2,93
3	157	162	140	153	153 ± 8,24
4	100	102	99	99	100 ± 1,23
5	76	108	115	105	101 ± 14,88
6	48	48	49	46	47,75 ± 1,09
7	152	159	166	168	161,25 ± 6,29
X	107	110	114	113	111 ± 2,78
				Promedio	116,86 ± 5,33

Cuadro 11. Edad mínima (años) para individuos analizados de *S. conspicua*.

Nº	Cuña 1	Cuña 2	Cuña 3	Edad media cuña
	Edad 1	Edad 2	Edad 3	
1	250	175	258	227,7 ± 37,4
3	277	467	444	396 ± 84,7
4	368	284	313	321,7 ± 34,8
5	300	270	138	236 ± 70,4
6	180	87	180	149 ± 43,8
7	395	320	325	346,7 ± 34,2
X	146			146 ± 0
			Promedio	260,4 ± 43,6

Cuadro 12. Refleja el CAP (Crecimiento anual por período) para la raíz adventicia de los últimos 10 años.

Nº	Distancia (cm.) en 4 direcciones				Distancia media	CAP(cm.)
	a	b	c	d		
1	0,77	0,7	0,32	1,33	0,78 ± 0,36	0,08
3	0,74	0,5	0,3	0,17	0,43 ± 0,22	0,04
4	0,66	0,54	0,17	0,42	0,45 ± 0,18	0,05
5	0,28	0,23	0,34	0,14	0,25 ± 0,07	0,03
6	2,77	1,61	0,7	1,11	1,6 ± 0,78	0,15
7	0,43	0,22	0,25	0,3	0,3 ± 0,08	0,03
				Promedio	0,62 ± 0,28	0,06

Cuadro 13. CAP para el fuste del individuo de los últimos 10 años.

Nº	Distancia (cm.) en 4 direcciones			Distancia media	CAP(cm.)
	1	2	3		
1	2,15	0,17	1	1,1 ± 0,8	0,11
3	0,11	0,43	0,2	0,2 ± 0,1	0,03
4	0,13	0,39	0,93	0,5 ± 0,3	0,05
5	1,23	2,19	1,66	1,7 ± 0,4	0,17
6	1,57	1,26	2,29	1,7 ± 0,4	0,17
7	1,16	0,66	0,081	0,9 ± 0,2	0,09
	Promedio			1 ± 0,4	0,10

Cuadro 14. CAP para la raíz adventicia de los últimos 50 años.

Nº	Distancia (cm.) en 4 direcciones				Distancia media	CAP (cm.)
	a	b	c	d		
1	4,45	5,86	2,36	3,4	4,02 ± 1,3	0,08
3	1,07	2	1,46	4,03	2,14 ± 1,14	0,04
4	1,43	2,52	2,21	1,54	1,93 ± 0,46	0,04
5	1,68	3,71	2,68	3,56	2,91 ± 0,81	0,06
6	7,4	6,66	5,02	4,58	5,92 ± 1,16	0,12
7	6,36	5,21	2,77	1,51	3,96 ± 1,92	0,08
	Promedio				3,48 ± 1,13	0,07

Cuadro 15. CAP para el fuste del individuo de los últimos 50 años.

Nº	Distancia (cm.) para 3 cuñas			Distancia media	CAP(cm.)
	1	2	3		
1	4,94	3,37	7,56	5,3 ± 1,7	0,106
3	0,8	2,26	0,71	1,3 ± 0,7	0,025
4	1,19	2,76	2,5	2,2 ± 0,7	0,043
5	8,61	4,43	10	7,7 ± 2,4	0,15
6	11,36	8,09	6,44	8,6 ± 2	0,17
7	6,67	8,8	1,85	5,8 ± 2,9	0,12
	Promedio			5,1 ± 1,7	0,10

Cuadro 16. CAP para la raíz adventicia de los últimos 100 años.

Nº	Distancia (cm.) en 4 direcciones				Distancia media	CAP(cm.)
	a	b	c	d		
1	7,24	8,49	9,52	5,67	7,63 ± 1,43	0,0773
3	1,4	1,08	2	1,38	1,47 ± 0,33	0,01465
4	2,27	3,78	4,03	2,27	3,02 ± 0,82	0,030875
5	5,32	2,35	5,44	4,49	4,4 ± 1,24	0,044
7	2,55	3,86	6,74	6,46	4,9 ± 1,77	0,049025
				PROM	4,31 ± 1,12	0,04317

Cuadro 17. Refleja el CAP para el fuste del individuo de lo últimos 100 años.

Nº	Distancia (cm.) para 3 cuñas			Distancia media	CAP(cm.)
	1	2	3		
1	15,13	6,3	10,05	10,5 ± 3,6	0,11
3	3,11	6,2	1,46	3,6 ± 2	0,04
4	3,7	6,16	3,49	4,5 ± 1,2	0,05
5	13,82	8,7	15,01	12,5 ± 2,7	0,13
7	9,87	12	5,52	9,1 ± 2,7	0,09
				8 ± 2,4	0,08