



Universidad Austral de Chile

Facultad de Ciencias Forestales

Identificación de periodos de supresión y liberación en las especies Tapa (*Laurelia philippiana* (Losser)) y Olivillo (*Aextoxicon punctatum* (R. Et Pav.)) en dos bosques multietáneos de la Provincia de Valdivia.

Profesor Guía: Sr. Pablo Donoso H.

Trabajo de Titulación presentado como parte de los requisitos para optar al Título de Ingeniero Forestal.

KARLA ESTELA LOCHER KRAUSE

VALDIVIA
2005

CALIFICACIÓN DEL COMITÉ DE TITULACIÓN

Patrocinante:	Sr. Pablo Donoso H.	Nota 6.2
Informante:	Sr. Mauro González C.	6.1
Informante:	Sr. Leonardo Tagle C.	6.8

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.

Sr. Pablo Donoso H.

AGRADECIMIENTOS

A mi profesor guía el Doctor Pablo Donoso por su colaboración, ideas, buena voluntad y paciencia ante las continuas revisiones y visitas a su oficina

A mis profesores colaboradores Dr. Mauro Gonzáles por su interés y comentarios y Leonardo Tagle por estar presente y dispuesto ante todo problema.

A profesores, secretarías y auxiliares de la Facultad que me ayudaron en más de una oportunidad y que formaron parte importante de mi vida universitaria. A Don Víctor Sandoval por su apoyo y comprensión para poder terminar este trabajo y a mis compañeros del laboratorio por el diario compartir.

También a todas las personas que colaboraron y me ayudaron a concluir este trabajo en especial a Jonathan el que aportó muchas ideas y entusiasmo en el desarrollo de este.

A la Madchenschaft Amancay la cual ha sido una segunda familia especialmente cuando recién llegue a esta ciudad.

A mis padres que me han brindado toda la dedicación y cariño, esforzándose para entregarnos la mejor herencia... nuestra formación y educación.. gracias.

A mis hermanos y sobrinos que son mi apoyo en todo momento.

A Ricardo (Richi pa' los amigos) por toda la ayuda prestada en la elaboración de este trabajo y por ser sobretodo un amigo y compañero, por estar siempre conmigo, por tu apoyo y comprensión en cada empresa que emprendo.

Finalmente a mis amigas y camaradas: Dani, Feña, a mis amigos y compañeros de carrera y de casas con los cuales hemos compartido lo bueno y lo malo, hemos vivido, crecido y carreteado juntos con os cuales he aprendido lo importante de esta etapa que termina.

A mi Familia

INDICE DE MATERIAS

	Página
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO TEÓRICO	3
2.1 Antecedentes ecológicos de las especies tolerantes estudiadas	3
2.1.1 Distribución geográfica y autoecología de <i>Laurelia philippiana</i>	3
2.1.2 Distribución geográfica y autoecología de <i>Aextoxicon punctatum</i>	4
2.2 Dinámica regenerativa y modos de regeneración	4
2.2.1 Dinámica de claros y alteraciones	5
2.3 Patrones de crecimiento ante apertura y cierre de dosel	7
3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	9
3.1 Áreas de estudio	9
3.1.1 Clima	10
3.1.2 Suelos	10
3.1.3 Descripción vegetal de los rodales de estudio	11
3.2 Metodología	13
3.2.1 Metodología de terreno	13
3.2.2 Muestras y mediciones	14
3.2.3 Identificación de periodos de liberación y supresión	14
3.2.4 Análisis estadístico	15
3.2.5 Definición de patrones de acceso al dosel	16
4. RESULTADOS	17
4.1 Relación dap-edad	17
4.2 Periodos de liberación y supresión	18
4.3 Patrones de acceso al dosel	22
5. DISCUSIÓN	26
6. CONCLUSIONES	29
7. BIBLIOGRAFÍA	30
ANEXOS	
1 <i>Abstract</i>	
2 Tablas de Contingencia	
3 Grafica del total de individuos según patrones de acceso al dosel	

INDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1 Características generales de los rodales estudiados	10
Cuadro 2 Tamaño de parcela circular en relación al diámetro de árbol objetivo.	13
Cuadro 3 Número de árboles muestreados según Predio de análisis.	14
Cuadro 4 Resumen periodos de liberación y supresión (parámetros y estadísticos)	19
Cuadro 5 Relación entre especies y diámetros con los periodos de liberación y supresión	19

INDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1 Ubicación geográfica de las áreas de estudio	9
Figura 2 Distribución diamétrica por hectárea predio Llancahue	12
Figura 3 Distribución diamétrica por hectárea predio La Montaña.	12
Figura 4 Relación DAP-Edad para la especie <i>A. punctatum</i> en dos sitios	17
Figura 5 Relación DAP-Edad para la especie <i>L. philippiana</i> en dos sitios.	17
Figura 6 Porcentaje de árboles con liberación	20
Figura 7 Porcentaje de árboles con supresión	21
Figura 8 Incremento (mm) versus año para un individuo de <i>L. philippiana</i> de 53 cm. de dap en Llancahue.	22
Figura 9 Individuo <i>L. philippiana</i> de 44,5 cm. de dap, predio La Montaña.	23
Figura 10 Individuo <i>A. punctatum</i> de 64,4 cm. de dap, predio Llancahue	23
Figura 11 Individuo <i>L. philippiana</i> de 54 cm. de dap, predio Llancahue.	24
Figura 12 Individuo <i>A. punctatum</i> de 43,8 cm. de dap, predio Llancahue.	24
Figura 13 Patrones de acceso al dosel porcentual para cada especie.	25

Resumen Ejecutivo

El correcto aprovechamiento y conservación de nuestros bosques nativos bajo manejo de cubiertas continuas, se basa en el conocimiento de la dinámica de sus especies tolerantes a la sombra. Dos de estas especies son *Aextoxicon punctatum* (olivillo) y *Laurelia philippiana* (tepa). El estudio fue desarrollado en los predios Llancahue y La Montaña, ubicados en montañas transversales de baja elevación, donde el tipo forestal siempreverde es el dominante. El objetivo fue comparar el comportamiento y las diferencias de tolerancia a la sombra de estas dos especies, mediante la utilización de anillos de crecimiento analizando periodos de liberación y supresión.

El periodo de liberación fue definido como un incremento relativo del 100% sobre el crecimiento, comparado en grupos contiguos de cinco años; el periodo de supresión se definió como una reducción relativa en el crecimiento del 150%, al igual que la liberación con una ventana de cinco años. La reconstrucción de los periodos de liberación y supresión se llevó a cabo mediante la utilización del programa computacional JOLTS.

En ambos predios el 65% de los individuos de *A. punctatum* presenta períodos de liberación y el 95% posee periodos de supresión, con un rango de edades mínimas de 27-342 años. Para *L. philippiana* el 40 % de los individuos mostró períodos de liberación y casi el 84% presentó períodos de supresiones, con un rango de edades de 11-242 años. Los rangos de duración para los períodos de supresión son de 5-26 años y para las liberaciones de 5-16 años, sin embargo el mayor número de individuos poseen duraciones entre los 5 a 8 años.

L. philippiana posee una relación significativa entre el número de períodos de liberación y supresión según su clase diamétrica aumentando a medida que aumenta su clase diamétrica. Para *A. punctatum* esta relación no es significativa.

Los crecimientos medios para los periodos de liberación y supresión muestran diferencias siendo para *A. punctatum* el máximo crecimiento de 1,3 mm/año para liberaciones y de 0,4 para el caso de las supresiones. *L. philippiana* posee crecimientos máximos de 2,5 mm/año para las liberaciones y 0,5 para supresiones.

A partir de las cronologías se definieron cuatro patrones de acceso al dosel para cada especie: (1) acceso de los árboles al dosel en ausencia de periodos de supresiones; (2) acceso de los árboles al dosel en ausencia de periodos de liberaciones; (3) periodo inicial de bajo crecimiento seguido por el acceso al dosel por una liberación; (4) los árboles poseen múltiples períodos de liberaciones y supresiones antes de liberación final. *A. punctatum* se caracteriza por presentar más individuos en el patrón 4, accediendo al dosel con múltiples liberaciones y supresiones, en comparación con *L. philippiana* que posee más individuos en el patrón 2, accediendo con ausencia de liberaciones.

La mayor proporción de *A. punctatum* con liberaciones, junto con las múltiples liberaciones y supresiones que ocurren antes de su acceso al dosel demuestra una menor tolerancia a la sombra de esta especie comparada con *L. philippiana*, la cual aparentemente puede permanecer creciendo en buenas condiciones bajo dosel. Esto también puede observarse en las distribuciones de frecuencia de diámetro de ambas especies, ya que mientras *L. philippiana* posee una distribución de J inversa *A. punctatum* muestra una distribución constante.

Palabras claves: especies tolerantes a la sombra, periodos de liberación y supresión, incremento radial, patrones de acceso al dosel.

1. INTRODUCCIÓN

La falta de conocimiento sobre el crecimiento y desarrollo de ciertas especies pertenecientes a ecosistemas forestales nativos se traduce en una limitante para el aprovechamiento y conservación de las mismas. Por este motivo es necesaria e imprescindible la investigación a distintos niveles, para el establecimiento de condiciones para mejorar la silvicultura de especies que por presentar un crecimiento más lento, han sido parcialmente marginadas del plano productivo, lo que las condena a un deterioro genético y merma su conservación.

Las dos especies a estudiar en el presente trabajo son de lento crecimiento, *Aextoxicon punctatum* (olivillo) y *Laurelia philippiana* (tepa), pertenecen al tipo forestal siempreverde y forman generalmente comunidades multietáneas con gran diversidad de especies. Ambas son tolerantes a la sombra, crecen bajo dosel, pero poseen características distintas (Donoso, 1993). *A. punctatum* es considerado una especie extremadamente tolerante a la sombra, siendo capaz de regenerar en forma continua con baja luminosidad formando bosques puros, cercanos a cuerpos de agua (por su característica termófila) (Donoso, 1993). En comparación, *L. philippiana* es considerada una especie menos tolerante a la sombra, asociada a claros pequeños, y reaccionando con mayor rapidez ante la apertura de nuevos claros en el bosque (Donoso y Lara, 1999).

L. philippiana y *A. punctatum* se destacan por crecer y desarrollarse durante largos periodos bajo doseles densos. En especies como *Fagus crenata* y *Acer mono* durante estos periodos se pueden observar patrones de sincronía abruptos en el crecimiento radial de algunos individuos, con bajas tasas de crecimiento anual lo que se traduce en supresiones, o aumento en su crecimiento producto de aberturas en el dosel superior que originan liberaciones (Cao y Ohkubo, 1999).

Los cambios en el crecimiento radial de los individuos permiten inferir patrones de desarrollo pasados, importantes para el estudio de la estructura y dinámica de los bosques. Lo cual permite comprender las condiciones que determinan la composición, estructura, funcionamiento de los rodales y los eventos que los modelan. Como un instrumento para la reconstrucción de antecedentes ecológicos es interesante la utilización de técnicas dendrocronológicas, pudiendo registrarse eventos de mortalidad, liberación y supresión de crecimiento producido por caídas de árboles, insectos desfoliadores, clima, etc. (Fritts, 1976).

Los registros basados en el ancho de anillos de crecimiento, son importantes fuentes de información sobre cambios ambientales y ecológicos, a distintas escalas (tanto local como global) pudiendo asociarse con el clima del pasado con una resolución anual, por varios siglos e inclusive milenios (Fritts, 1976). También se pueden identificar a través de patrones de liberación y supresión en los anillos, cambios anómalos en el entorno del bosque debido a alteraciones naturales y antropogénicas (Cook y Brifa, 1990).

Por ejemplo una perturbación local (caída de uno o un grupo de árboles), generaría aberturas en el dosel, las cuales traerían consigo una mayor disponibilidad de agua, nutrientes, luz y espacio de crecimiento, lo que se traduce en el aumento de la regeneración y la liberación de los árboles que se encuentren bajo el dosel superior (Bormann y Likens, 1979). Estas mejoras en las condiciones benefician la regeneración del bosque y la liberación de especies tolerantes que se encuentran creciendo bajo el dosel superior, respondiendo de acuerdo al tamaño y frecuencia de las aberturas. Según estudios anteriores las especies tolerantes que no alcancen el dosel superior durante un periodo inicial de liberación pueden eventualmente alcanzarlo después de dos o más periodos de supresión (Canham, 1985).

El objetivo general de este estudio es comparar el comportamiento de *Aextoxicon punctatum* (olivillo) y *Laurelia philippiana* (tepa) durante periodos de supresión y liberación, con el fin de identificar y analizar las diferentes respuestas de ambas especies tolerantes y sus patrones de acceso al dosel.

De este objetivo general se desprenden dos objetivos específicos, el primero es la identificación y cuantificación del número y duración de los periodos de liberación y supresión para cada especie. Y el segundo es la definición y caracterización los patrones de acceso al dosel en ambas especies en los rodales de estudio.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes ecológicos de las especies tolerantes estudiadas

Una característica propia de las especies tolerantes a la sombra, es que estas pueden crecer lentamente, sin un régimen de alteraciones del dosel, es decir ellas pueden persistir en condiciones bajo dosel por largos periodos, mostrando un crecimiento apreciable cuando ocurre alguna alteración en el dosel (Canham, 1990). En cambio la mayoría de las especies de luz solo se pueden establecer en grandes aberturas en el dosel, y poseen la capacidad de responder rápidamente a un aumento de las condiciones, de luz, agua o nutrientes. Pudiendo soportar cortos periodos en condiciones bajo dosel (Orwing y Abrams, 1994).

2.1.1 Distribución geográfica y autoecológicas de *L. philippiana*.

La distribución natural de *L. philippiana* abarca por la Cordillera de los Andes desde los 37° 30' (Provincia de Bío-Bío), hasta los 47°30' latitud Sur (Provincia Capitán Prat) y por la Cordillera de la Costa se distribuye hacia el sur a partir de los faldeos de la Cordillera Nahuelbuta (38° lat. Sur).

L. philippiana se desarrolla naturalmente en altitudes medias de la Cordillera de los Andes; en la provincia de Valdivia, crece entre los 500 y 900 m.s.n.m., con un óptimo ecológico entre los 600 y 700 m.s.n.m., pudiendo presentarse a menores altitudes en el sector costero (Donoso, 1993).

Esta especie posee una amplia distribución, asociándose con diferentes especies, y formando parte de dos tipos forestales. En los sectores más al norte se encuentra conformando el tipo forestal *Coigue-Raulí-Tepa*, principalmente con *Nothofagus dombeyi* (coigue común) y *Nothofagus alpina* (raulí). Hacia el sur *L. philippiana* se encuentra como una de las especies más características del tipo forestal siempreverde asociándose con *Nothofagus*, *Podocarpus*, *Eucryphia cordifolia* (ulmo), *Weinmannia trichosperma* (tineo), *Dasyphyllum diacanthoides* (trevo), *Drimys winteri* (canelo), *Amomyrtus luma* (luma), etc. En tanto que hacia el extremo sur del tipo forestal siempreverde coexiste con otras especies como *Nothofagus nítida* (coigue de Chiloé), *D. winteri* y *Podocarpus nubigena* (mañío macho) (Donoso, 1981).

L. philippiana se encuentra caracterizada ecológicamente como una especie tolerante a la sombra, presentando la tendencia a regenerar aprovechando claros de extensión pequeña, ante los cuales reaccionan con relativa rapidez (Donoso, 1993; Veblen y Donoso, 1981; Lusk, 1996). Esta especie es capaz de penetrar de manera gradual en los doseles superiores, los que va ocupando a medida que los árboles de estos doseles caen, producto de mortalidad o alteraciones exógenas naturales (Donoso, 1993). Según Lusk (1996), *L. philippiana* además es una especie asociada a suelos bien drenados, ricos en nitrógeno, profundos, encontrándose comúnmente en pendientes cóncavas.

2.1.2 Distribución geográfica y autoecología de *Aextoxicon punctatum*

Aextoxicon punctatum se distribuye en forma continua desde Concepción hasta Chiloé en ambas Cordilleras. Hacia el norte se extiende hasta los 30° S, a modo de bosquetes relictos aislados ubicados en la Provincia de Coquimbo, en parques nacionales como Fray Jorge y también en la zona central en los rodales del cerro de La Silla del Gobernador, Cachagua y Zapallar, creciendo desde los 15 hasta casi los 1.000 m.s.n.m. (Donoso, 1993).

Aextoxicon punctatum se encuentra dentro del tipo forestal Roble-Raulí-Coigue y Siempreverde, en el último conforma específicamente el subtipo Olivillo costero, estando asociado cada vez con más especies a medida que asciende hasta desaparecer a mayores alturas (aproximadamente 600 m), dentro del mismo tipo forestal (Donoso, 1993). Es una especie termófila que prefiere lugares con mucha humedad atmosférica y requiere de un clima equilibrado, sin grandes variaciones diarias y anuales de temperatura, por ello presenta una marcada tendencia oceánica. Junto con prosperar cerca de masas de aguas continentales rara vez sobrepasando los 350 m.s.n.n. y resistiendo bien la salinidad (Donoso, 1993).

En relictos ubicados en el sector de Coquimbo esta condicionado a la presencia de neblina o camanchaca. Bosques puros de *Aextoxicon punctatum* se encuentran también a orillas de lagos del sur de Chile, constituyendo en ese caso una etapa sucesional muy avanzada de los remanentes originales del tipo forestal *Roble-Raulí-Coigue* (Donoso, 1993).

Es considerada una especie tolerante agresiva, ya que en ausencia de perturbaciones humanas termina siendo la única con capacidad de regenerar con la baja luminosidad imperante, formando bosques puros (ej: rodales del subtipo de olivillo costero) (Donoso, 1993). Posee una buena regeneración natural, vía sexual, con un alto número de plántulas (Donoso y Cabello, 1978). Además en ensayos a demostrado altos porcentajes de germinación, alcanzando un 100% del total de semillas evaluadas en situaciones bajo dosel (Figueroa y Lusk, 2001).

Aextoxicon punctatum es un especie importante debido a su participación dentro de la denominada "Selva Valdiviana", junto con ser indicadora en ciertos ambientes de comunidades sucesionales clímax, como es el caso de comunidades costeras de la Provincia de Valdivia (Donoso, 1981).

2.2 Dinámica regenerativa y modos de regeneración

Donoso (1983), señala la tolerancia a la sombra como una característica determinante en cuanto a capacidad de las especies de germinar, crecer, competir y establecerse definitivamente en un hábitat, ligada a las características propias de la autoecología de cada especie, las cuales no han sido estudiadas para una gran cantidad de especies de nuestros bosques.

El modo de regeneración de una especie es el comportamiento de ella en relación a las alteraciones o disturbios que ocurran, de acuerdo a una escala espacial (Veblen, 1992). Considerando lo anterior el modo de regeneración de una especie se agrupa en tres grandes tipos: 1) catastrófico, cuando la regeneración requiere de disturbios que afectan una gran superficie, como es el caso de deslizamientos de tierra o volcanismo; 2) bajo claros, si los árboles alcanzan el dosel principal regenerando en claros que resultan de la caída de uno o más árboles por causas endógenas y 3) continuo, cuando las especies regeneran y alcanzan la madurez en ausencia de la apertura del dosel debido a alteraciones (Veblen, 1992).

2.2.1 Dinámica de claros y alteraciones

Los disturbios a pequeña escala, favorecen la coexistencia de especies truncando el proceso de exclusión competitiva y contribuyendo a la heterogeneidad espacial y temporal de la disponibilidad de recursos (Veblen, 1992).

Al morir un árbol del dosel superior, la remoción de la copa genera un claro en el cual algunas especies son capaces de regenerar. Para poder describir un régimen de alteraciones que genera un claro son necesarias dos fases. Una de ellas es la distribución de tamaños y edades, la tasa de generación y ocupación de claros, y la otra es la respuesta de las especies a las condiciones para la regeneración existentes en claros de diferentes edades y tamaños (Runkle, 1982).

Al tomar en cuenta los regímenes de alteraciones es importante considerar que si solo existieran alteraciones de tipo catastrófico o de gran escala, en donde el intervalo entre dos perturbaciones sucesivas excede el periodo de vida de la especie tolerante más longeva, sería posible que un árbol tolerante a la sombra alcanzara el dosel en ausencia de alguna alteración (Canham, 1985). Pero también se producen perturbaciones de pequeña escala periódicas, las cuales forman claros de menor tamaño. Estas alteraciones locales de pequeña escala causadas por viento, rayos, patógenos, etc, producen la caída de uno o un grupo de árboles, jugando un rol importante en el modelamiento o formación de las comunidades forestales (Lorimer y Frelich, 1989).

La periodicidad de ocurrencia de claros ha sido estimada en diferentes estudios para lugares y especies distintas. White et al, (1985) concluyen que para estudio de disturbios naturales en el sur de los bosques apalaches con claros menores a 200 m² (que son la forma dominante de disturbio en estos lugares), se puede estimar un periodo de rotación de estos “pequeños claros” de 100 años. Por su parte Ogden et al (1991) determinó un periodo de rotación para claros en alrededor de 360 años, para un bosque subalpino de Nueva Zelanda.

Otros estudios como el de Orwing y Abrams (1994), en un bosque mixto de *Quercus* de segundo crecimiento, determinaron que ciertos individuos de la especie tolerante *Nyssa sylvatica* eran capaces de responder a la liberación luego de permanecer 170 años creciendo lentamente bajo el dosel. Cao y Ohkubo (1999), registraron periodos

de supresiones máximas de hasta 90 años para individuos de la especie tolerante *Fagus crenata*, en bosques adultos de haya en Japón. Canham (1985), registró episodios máximos de supresión que excedían los 100 años, en bosques adultos de latifoliadas. Mientras algunos de estos individuos aislados de estas especies tuvieron la capacidad de resistir por largo tiempo una supresión, se puede observar que la mayoría de ellos se ve afectado alternadamente por episodios de supresión y liberación a lo largo de su vida, hasta el reclutamiento en el dosel, debido a los competidores y a la formación y cierre del dosel (Canham 1985).

Canham (1985), analizó el comportamiento de individuos de una misma especie, tomando tres rodales, uno de los cuales tenía señales de madereo. En los rodales sin madereo todos los árboles muestreados presentaban al menos un periodo de supresión antes del reclutamiento en el dosel, mostrando un promedio de supresión de 68 y 80 años antes de la liberación final a la edad de entre 110 y 126 años. En el rodal con signos de madereo los individuos lograron alcanzar el dosel en un solo periodo de liberación, lo cual se debería a la disminución de la competencia dentro del rodal producto del madereo.

La capacidad de ocupar un claro varía dependiendo de la especie, y de la tasa de crecimiento que posea. Por ejemplo, para un latizal va a depender de la tasa de crecimiento en altura y la tasa de crecimiento lateral de los árboles que lo rodean (Ogden, 1991). Definiendo un cierre promedio del claro (en años) producto del crecimiento en altura y lateral de los árboles. Un claro de 3,5 m de radio se cerraría dentro de 44 años, considerando que la altura del dosel es de 14 m al producirse el claro y el individuo mide 4 m, o sea debería crecer más de 22 cm/año para poder alcanzar el dosel con solo un periodo de liberación (Ogden, 1991).

De la misma manera, es posible definir tipos de especies de acuerdo con la necesidad de estas para crecer con la ausencia o presencia de claros. Las especies “de claro”, son aquellas que presentan rápidos crecimientos en altura y diámetro, luego de una alteración; especies “de claro facultativos” son las que no dependen de claros para sobrevivir y son capaces de aprovechar pequeños claros incluso después de varias décadas de supresión (Veblen, 1992).

De acuerdo a los trabajos realizados en Chile sobre claros se pueden destacar estudios en *Fitzroya cupressoides* (alerce), con claros de una antigüedad no mayor a los 40 años, y un periodo de rotación de alteraciones de alrededor de 500 años para bosques de *Fitzroya cupressoides* – *Nothofagus betuloides* (Veblen, 1992). Ramírez (1997), señala que la existencia de claros es determinante para la regeneración de especies de *Nothofagus*, *Saxegothaea conspicua* (mañío de hojas largas), *L. philippiana* (tepa) y *D. winteri* (canelo), por lo que se puede observar que no solo las especies intolerantes requieren de la apertura del dosel para regenerar.

Otro estudio llevado a cabo en la comuna de Contao, Chile, muestra que a menores altitudes las especies más tolerantes *Saxegothaea conspicua* y *Laurelia philippiana* son las que están dominando la ocupación de los claros, sobre la base de un mayor

crecimiento de la regeneración preexistente y una respuesta a la liberación una vez formado el claro (Donoso, 1993).

2.3 Patrones de crecimiento ante apertura y cierre de dosel

El estudio de estos patrones de crecimiento en especies de árboles tolerantes a la sombra nos conducen a un mayor entendimiento de la ecología y regímenes de alteraciones en bosques deciduos (Canham, 1985). Estos patrones de crecimiento por los cuales las especies tolerantes alcanzan el reclutamiento de copa pueden ser descritos en términos de periodos de liberación y supresión (Wu, 1999).

Según Canham (1985), existen diferentes patrones de crecimiento con los cuales las especies forestales tolerantes alcanzan la altura del dosel superior. Uno de ellos es la hipotética capacidad de algunos árboles de crecer lentamente bajo dosel ante la ausencia de alguna alteración. Otro sería la habilidad de ciertos árboles de permanecer suprimidos bajo un dosel cerrado y reaccionar ante aperturas periódicas producto de la muerte de algún individuo del dosel superior. Un tercer patrón estaría dado por árboles jóvenes, situados en un gran claro o un claro pequeño que experimenta una sucesiva expansión, alcanzando el dosel sin sufrir ninguna supresión (Wu et al, 1999).

La dinámica de los bosques y sus disturbios también se pueden identificar a través de patrones de liberación y supresión en los anillos. Analizando los anillos de crecimiento de aquellas especies que se desarrollan en un mismo rodal se puede evaluar la frecuencia e intensidad de disturbios de pequeña o gran magnitud (Lorimer, 1985).

Aumentos sincrónicos y prolongados en el crecimiento radial de varios árboles reflejan un pasado de intensas alteraciones, mientras que aumentos asincrónicos en varios árboles indican una baja intensidad, caracterizado por acontecimientos a nivel individual en el dosel (Lorimer, 1985). La respuesta del crecimiento, ante aperturas y cierre del dosel, se puede observar claramente en patrones de anillos en los bosques templados, permitiendo la reconstrucción de la historia de perturbaciones de un área específica, formando una idea de la dinámica pasada del bosque basado en la historia de los individuos muestreados (Cao y Ohkubo, 1999).

El crecimiento de árboles individuales y rodales oscila y es determinado por la influencia de la existencia y disponibilidad de factores endógenos y exógenos: condiciones ecológicas (nutrientes, luz, agua), la composición genética de los árboles, edad y condición de la copa, clima, ataques de insectos y hongos, manejo, etc (Becker, 1991). Todas estas interrelaciones dentro el rodal representa la dinámica de este, ó sea las relaciones tanto entre ellos como con el medio que los circunda. El factor tiempo es considerado en curvas de crecimiento y análisis fustal, las curvas de crecimiento de árboles en rodales jóvenes, con mayor frecuencia son expresión de competencia y las curvas provenientes de rodales más antiguos son influenciadas por ambos, ó sea competencia y cooperación.

El crecimiento anual arbóreo responde a aperturas y cierres del dosel (liberaciones y supresiones), lo cual es mostrado claramente por los patrones de los anillos de crecimiento para muchos árboles dentro de los bosques templados. (Kitzberger et al., 2000). Estudios que han examinado liberación y supresión en patrones de crecimiento radial, han demostrado que las especies son afectadas por alteraciones en el dosel, entre ellas la edad y estructura del rodal y diferencias en la capacidad de crecimiento de las especies (Orwing y Abrams, 1994).

Según Canham (1985) y Donoso (2002), las mediciones de la tasa de incremento radial realizado a una muestra de árboles indican que el ancho de anillos es significativamente más delgado en árboles que crecen bajo dosel cerrado que aquellos que crecen en pequeñas aperturas del dosel.

Múltiples episodios de supresión y liberación anterior al reclutamiento en el dosel tiene importancia en el incremento radial de las especies tolerantes. La frecuencia de tales episodios es a menudo altamente sugerente a los frecuentes disturbios del dosel (Canham, 1985).

Sin embargo, existen varias fuentes de error potencial en el uso del ancho de anillos para estimar la tasa de crecimientos radial. Los errores se pueden dar debido a que algunos de los discos basales pueden tener anillos que solo sean visibles en una parte de la circunferencia del árbol. Los anillos parciales no limitan el análisis de periodos de fuerte supresión, pero si pueden dificultar el establecimiento de cronologías. Sin ser presentar un efecto significativo en los cálculos del número y duración de periodos de supresión (Kitzberger et al., 2000).

Además el disco basal muestra una considerable excentricidad en los patrones de crecimiento radial, pero las diferencias del ancho de anillos alrededor de la circunferencia son mas pronunciadas en los años con crecimiento vigoroso que en los años de supresión, entregando un índice razonablemente confiable de la tasa de crecimiento a través del tiempo. El último error potencial en el uso del ancho de anillos es la pequeña frontera distinguible entre los incrementos de crecimiento anual. La médula posee distintas células límites entre anillos durante los periodos más fuertes de supresión. Para los anillos que se encuentran más juntos es necesario realizar un análisis con mayor precaución (Canham, 1985).

3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Áreas de Estudio

En el presente trabajo se estudiaron dos rodales del tipo forestal siempreverde, ubicados en la Provincia de Valdivia. Los rodales pertenecen a dos predios con características similares entre ellos, Llancahue y La Montaña (Cuadro 1, Figura 1).

El predio Llancahue, posee un total de 1.300 ha de superficie, y se ubica a las afueras de la ciudad de Valdivia, entre los 39° 50' latitud sur y los 73° 07' longitud oeste. La Montaña, esta localizado en la depresión intermedia entre los 39° 57' latitud sur y los 72° 41' longitud oeste, cercano a la ciudad de Los Lagos. Ambas áreas de estudio se diferencian principalmente en su ubicación en el Macizo Cordillerano de Loncoche, presentando Llancahue una mayor influencia oceánica que La Montaña (Cuadro 1, Figura 1).



Figura 1. Ubicación geográfica de las áreas de estudio.

Cuadro 1. Características generales de los rodales estudiados

Predio	Latitud	Longitud	Elevación (msnm)	Orientación	Ubicación
Llancahue	39° 50'	73° 07'	380	S	Montañas transversales, Depresión intermedia
La Montaña	39° 57'	72° 41'	330	S	Montañas transversales, Depresión intermedia

(Fuente, Donoso 2002)

3.1.1 Clima

La ciudad de Valdivia posee un clima de costa occidental, con influencia mediterránea, con registro de precipitaciones durante todo el año, concentrado entre abril y octubre, siendo esta información representativa para las áreas de estudio. La precipitación media anual en Valdivia es de 2.100 mm, con julio como el mes lluvioso y febrero el más seco. La temperatura promedio es de 11,9° C registrándose enero como el mes más cálido con 17° y julio el más frío con 7,7° C aproximadamente (Fuenzalida, 1965).

Ambas áreas de estudio comparten características climáticas similares, diferenciándose principalmente en que La Montaña presenta un clima con mayor influencia mediterránea que Llancahue (que posee más influencia oceánica), lo que determina mayores fluctuaciones de las temperaturas diarias y menores precipitaciones.

Lo anterior se ve reflejado en datos de temperatura y precipitación de estaciones meteorológicas cercanas. La estación Isla teja presenta registros de 12,1°C y 2.100 mm/año siendo representativos para el predio Llancahue. Para el predio La Montaña se consideraron registros de la estación Pichoy, debido a que ambos sectores presentan influencia de sombra de lluvia, con una temperatura promedio de 11°C y 1.824 mm de precipitación año (Pezoa, 2003).

3.1.2 Suelo

El suelo de ambos sectores ha evolucionado *in situ* de cenizas volcánicas depositadas sobre roca metamórfica y corresponden a las series Los Ulmos (franco arcillosa) y Correltué (franco limosa), diferenciándose en el grado de evolución mineralógica siendo Los Ulmos más avanzado que Correltué (CIREN, 2000).

Serie los Ulmos: Se caracteriza por ser suelos miembros de la familia muy fina, haloisítica, méscica de los Typic Paleudults (Ultisol). Desarrollados en la vertiente este de la Cordillera de la Costa entre los 100 y 280 m, son denominados como suelos rojo arcillosos, y son derivados de cenizas volcánicas antiguas, depositados sobre el complejo metamórfico de la Cordillera de la Costa. De textura superficial franco

arcillosa y color pardo rojizo oscuro, arcilloso y rojo amarillento en profundidad, bien estructurados y drenados. (CIREN, 2000). Poseen buen arraigamiento y propiedades físicas, son suelos ácidos y ricos en materia orgánica en la parte superior del perfil. La topografía dominante es de cerros con pendientes entre 30 y 50 % (CIREN, 2000).

Serie Correltúe: Se caracteriza por ser suelos miembros de la familia fina, mixta, méstica de los Andic Palehumults (Ultisol). Desarrollados en la vertiente este de la Cordillera de la Costa entre los 250 y 300 m. Son suelos provenientes de cenizas volcánicas antiguas depositadas sobre el complejo metamórfico de la Cordillera de la Costa. De textura superficial franco limosa y color pardo oscuro, de textura franco limosa y color rojo oscuro en profundidad, de buena permeabilidad y drenaje. (CIREN, 2000). Poseen texturas relativamente finas, alta porosidad y buena aeración, junto con una buena capacidad de infiltración; los contenidos de materia orgánica son altos en la parte superior disminuyendo hacia abajo del perfil. La topografía dominante es de cerros con pendientes de 30 a 50% (CIREN, 2000).

3.1.3 Descripción vegetacional de los rodales de estudio.

El rodal ubicado en el predio Llancahue no presentaba señales de intervención al momento de estudio, al igual que en La Montaña hasta 1994, año en que se hizo una corta con extracción del 33% del área basal existente. Es decir este estudio se llevó a cabo en árboles sin intervenciones antrópicas, pudiendo ser consideradas como bosques prístinos.

Ambas áreas de estudio se pueden caracterizar por la presencia mayoritaria de bosques del tipo forestal Siempreverde, representados mayoritariamente por la presencia de las especies *L. philippiana*, *A. punctatum*, y *Eucryphia cordifolia* (ulmo). En Llancahue también tiene importancia en el rodal la especie *Weinmannia trichosperma* (tineo) y la presencia numerosa de mirtáceas en comparación con La Montaña (Figura 2).

En el rodal de Llancahue están presentes otras especies con menores valores de importancia, típicas de los bosques siempreverdes como *D. winteri*, *Dasyphyllum diacantoides* (trevo), además las mirtáceas, *Amomyrtus luma* (luma), *Amomyrtus meli* (meli), *Myrceugenia planipes* (patagua) y proteáceas como *Gevuina avellana* (avellano), y *Lomatia ferruginea* (fuique) (Donoso, 2002).

La estructura de los rodales de ambas áreas de estudio se caracteriza por presentar una distribución diamétrica para el total de especies similar y en forma de jota inversa (figuras 2 y 3), lo que indica una menor cantidad de individuos viejos los cuales van muriendo y una mayor abundancia de árboles jóvenes lo que permite se vayan reclutando individuos en clases mayores, determinando que la distribución de frecuencias permanezca constante, característica de un rodal multietáneo (Veblen, 1992).

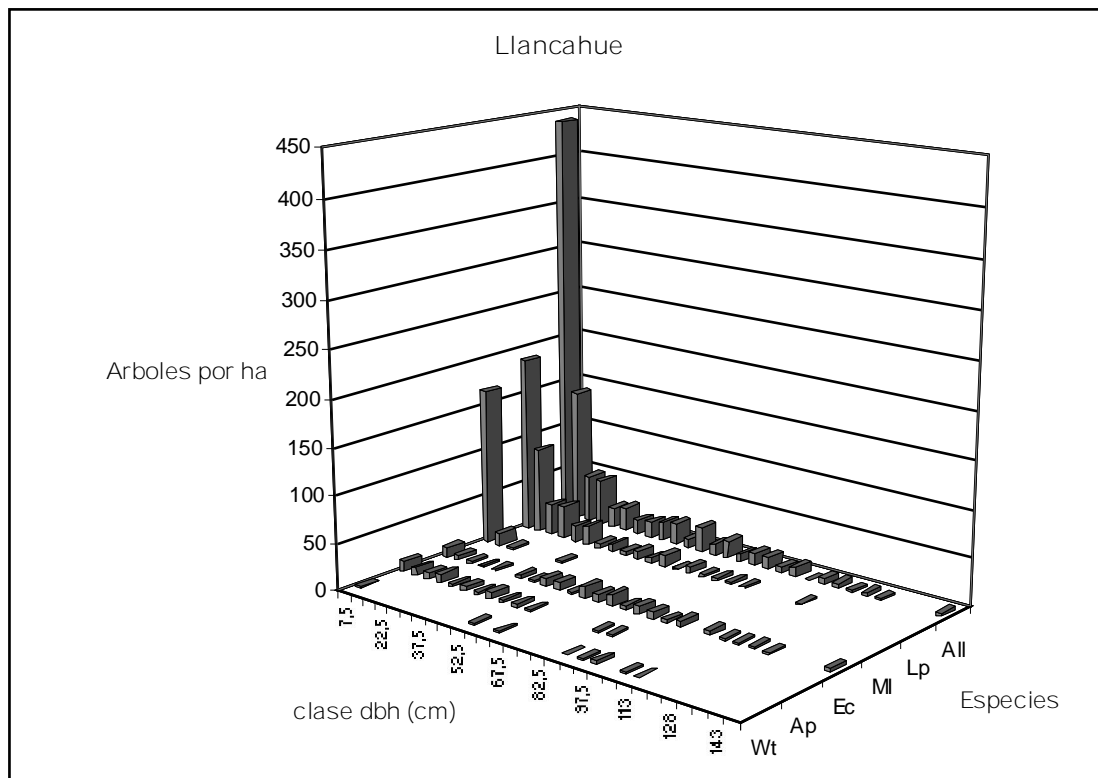


Figura 2. Distribución diamétrica por hectárea rodal Llancahue (Fuente Donoso, 2002).

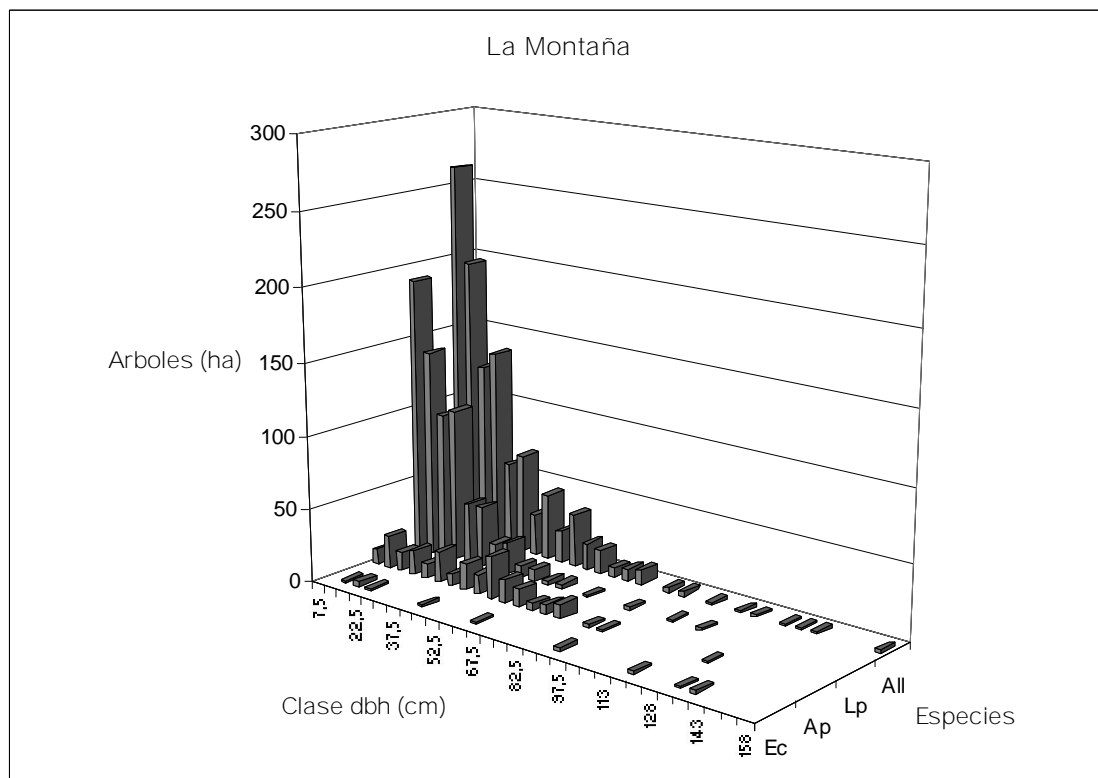


Figura 3. Distribución diamétrica por hectárea rodal La Montaña (Fuente Donoso, 2002).

Las especies que participan en cada sitio no poseen la misma distribución diamétrica entre ellas. *A. punctatum* se caracteriza por presentar en ambos sectores una distribución homogénea y con pocos individuos en todas las clases diamétricas, casi plana; algo similar ocurre con *E. cordifolia*, siendo más numerosa la presencia de esta última en el predio Llancahue.

L. philippiana posee una distribución muy similar a la del total de especies en ambos sectores, jota inversa, presentando una distribución balanceada en comparación a las otras especies. Estos antecedentes nos indican que la estructura de ambas áreas de estudio es similar, con la diferencia de un mayor número de individuos intolerantes emergentes de *E. cordifolia*, en Llancahue, lo que pudiera indicar que La Montaña es un bosque un poco más antiguo (sucesionalmente) y con ausencia de perturbaciones recientes (Figura 2 y 3).

3.2 Metodología

Se analizó un set de datos provenientes de un estudio anterior (Donoso, 2002) en el cual se analizó la estructura y crecimiento de bosques siempreverdes, como base para la silvicultura de bosques multietáneos. De este estudio se utilizó una base de datos procedente de los Predios Llancahue y La Montaña con antecedentes de estructura e incrementos anuales de *A. punctatum* y *L. philippiana*. A esta base de datos se le adicionó información recolectada el año 2004, con la intención de aumentar la base muestral y así poseer una cantidad estadísticamente representativa para ambas especies y rodales.

3.2.1 Metodología de terreno

La captura de tarugos se llevó a cabo mediante la realización de parcelas en cada uno de los sitios de estudio. Se establecieron 6 parcelas rectangulares de 1.000 m² y dentro de estas parcelas se escogieron al azar árboles objetivos (ubicados hacia el centro de la parcela rectangular), para las especies *A. punctatum* y *L. philippiana*. A los árboles objetivos se les midió una parcela circular de tamaño variable, dependiendo de su diámetro, siendo tres veces el tamaño de la copa del árbol objetivo (Donoso, 2002). Clasificándose en tres clases diamétricas: 5-20 cm, 20-45 cm y más de 45 cm (Cuadro 2).

Cuadro 2. Tamaño de parcela circular en relación al diámetro de árbol objetivo.

Diámetro objetivo (cm)	Radio de Parcela circular (m)	Tamaño Parcela circular (m ²)
< 20	6.3	125
20-45	8.9	250
>45	12.6	500

Los árboles objetivos fueron tarugados a una altura de 1,3 m DAP (diámetro de altura de pecho), desde el suelo, mediante la utilización de un taladro de incremento, tomándose dos tarugos perpendiculares entre sí, por árbol. En la parcela circular se identificaron y caracterizaron los árboles objetivo y los competidores, en términos de DAP, altura, posición sociológica, estado sanitario y competencia. Muestreándose la siguiente cantidad de árboles por área de estudio:

Cuadro 3. Número de árboles muestreados según Predio de análisis.

Área de estudio	Especie	N° árboles por clase diamétrica (cm)			Total
		5 - <20	>20 - 45	>45	
Llancahue	<i>L. philippiana</i>	23	22	15	60
	<i>A. punctatum</i>	8	10	7	25
La Montaña	<i>L. philippiana</i>	26	27	6	59
	<i>A. punctatum</i>	7	11	14	32

En Llancahue se muestrearon un total de 60 individuos de la especie *L. philippiana* y 25 de *A. punctatum*; para el Predio La Montaña se obtuvieron un total de individuos de 59 para *L. philippiana* y 32 para *A. punctatum*.

3.2.2 Muestras y Mediciones

Los tarugos de incremento colectados fueron montados y posteriormente lijados según metodología consultada (Stokes y Smiley, 1968). Con los tarugos lijados se llevó a cabo la medición del ancho de anillos de crecimiento, utilizando un dendrómetro Velmex conectado a un computador, con una precisión de 0,001 mm (Robinson y Evans, 1980), determinando el incremento anual del crecimiento radial de cada especie, para poder identificar periodos de supresión y liberación.

3.2.3 Identificación de Periodos de Liberación y Supresión

Veblen (1991), define las liberaciones y supresiones como incremento/decremento relativo de un 250% del crecimiento, en grupos contiguos de cinco años, para una especie intolerante a la sombra. Para hacer comparable esta metodología con las especies tolerantes a la sombra analizadas en este estudio se llevó a cabo una serie de simulaciones, (con el programa computacional JOLTS (Holmes, 1999)), las cuales indicaron que al ser especies tolerantes a la sombra reaccionaban menos abruptamente que las especies de luz, por lo cual se tomaron valores menores según los antecedentes obtenidos con el programa. Se consideró el grupo contiguo de cinco años debido a que de esta forma se filtran los incrementos que se sostienen en el tiempo, y se disminuye la respuesta de crecimiento a fluctuaciones interanuales climáticas o ataques producto de herbivoría (Veblen, 1991, Fritts, 1976).

El periodo de liberación fue definido como un incremento relativo del 100% sobre el crecimiento, comparado en grupos contiguos de cinco años; el periodo de supresión se definió como una reducción relativa en el crecimiento del 150%, al igual que la

liberación con una ventana de cinco años. Una vez medidas y completado el número de muestras, se procedió a la identificación de los periodos de liberación y supresión (años de calendario), para ambas especies en ambos sitios.

Para la determinación de los años de calendario de liberación, supresión y sus duraciones se utilizó el programa computacional JOLTS (Holmes, 1999), el cual fue creado especialmente para la identificación de estas variables.

El programa realiza el análisis al incorporarle los factores antes definidos, además posee dos métodos (media móvil y smoothing spline), utilizándose para este estudio la primera para evitar la pérdida de las tendencias atribuidas a la edad y poder comparar árboles de distinta edad en cuanto a su variabilidad interanual (Fritts, 1976).

3.2.4 Análisis estadístico

Para ambas especies en cada sitio se realizó un análisis de regresión, con el objetivo de determinar la relación existente entre las variables DAP y edad para cada especie, pudiendo estimar la estructura del bosque a partir de estas (Veblen, 1992). A partir de los resultados porcentuales de liberaciones y supresiones se llevó a cabo una prueba estadística no paramétrica, Chi-cuadrado, para evaluar la dependencia/independencia del porcentaje de liberaciones y/o supresiones observadas, respecto de las variables clase diamétrica, especie y sitio.

La prueba de Chi-cuadrado fue realizada a través de tablas de contingencia de 2x2, para evaluar la dependencia de los periodos de liberación y supresión con las especies y sitios, de 3x3 para determinar la dependencia con respecto a las clases diamétricas (Anexo 2). Luego de obtenido el valor observado mediante un paquete estadístico computacional (Statgraphics 5.1), se comparó con valores tabulados, utilizando de base la siguiente expresión:

$$\chi^2 = \frac{(O-E)^2}{E}$$

Donde: O, es el valor observado

E, es el valor tabulado

Cuando el valor observado es mayor que el tabulado el análisis estadístico se considera significativo, de acuerdo a la hipótesis planteada (Canavos, 1988).

3.2.5 Definición de patrones de acceso al dosel

Se definieron patrones de acceso al dosel en base a los incrementos anuales, la presencia y duración de supresiones y/o liberaciones. Además estos patrones fueron analizados visualmente, mediante los gráficos del incremento radial anual para cada individuo, con el objetivo de conocer la forma en que alcanzan el dosel a través de su vida. (Rentch, Fajvan y Hiks, 2003)

El término acceso al dosel es definido por Canham (1985), como el año en que un individuo comienza su periodo de liberación durante el cual su crecimiento lo llevará a su posición en la copa (dominancia). De acuerdo a lo anterior se consideró un diámetro objetivo para cada especie, según lo descrito por Donoso (2002), a partir de la estructura y posición sociológica de las individuos en cada uno de los sitios de estudio. Los valores son ~ 50 cm de diámetro para las especies del predio Llancahue y ~ 40 cm para La Montaña.

4. RESULTADOS

4.1 Relación dap-edad

Los rangos de edades para cada especie son similares en los distintos sitios, para *L. philippiana* en ambos predios sus edades mínimas son de 11 a 240 años aproximadamente y para *A. punctatum* de 27 a 343 años.

Para ambas especies existe una relación significativa entre diámetro y edad en los dos sitios ($p < 0.0001$). Los resultados para *A. punctatum* son $r^2 = 0,58$ ($N = 25$), en Llancahue y $r^2 = 0,73$ ($N = 32$), en La Montaña. En ambos sitios *A. punctatum* tiene un r^2 similar, siendo la línea de tendencia o regresión lineal la que mejor se ajusta a la especie (Figura 4).

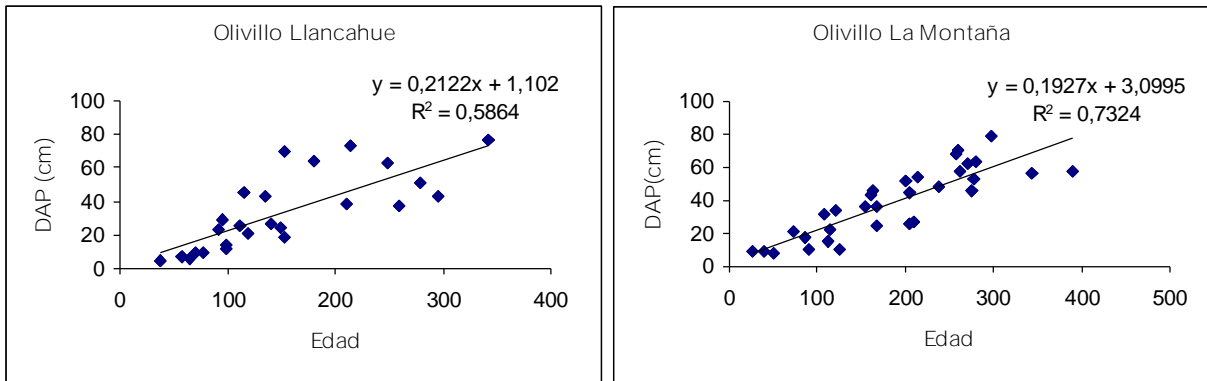


Figura 4. Relación DAP-Edad para la especie *A. punctatum* en dos sitios.

L. philippiana en ambos sectores posee resultados parecidos, $r^2 = 0,55$; $N = 22$, en Llancahue y $r^2 = 0,5$; $N = 24$, en La Montaña, y al igual que *A. punctatum* se ajusta a una tendencia o regresión lineal, como se observa en la Figura 5.

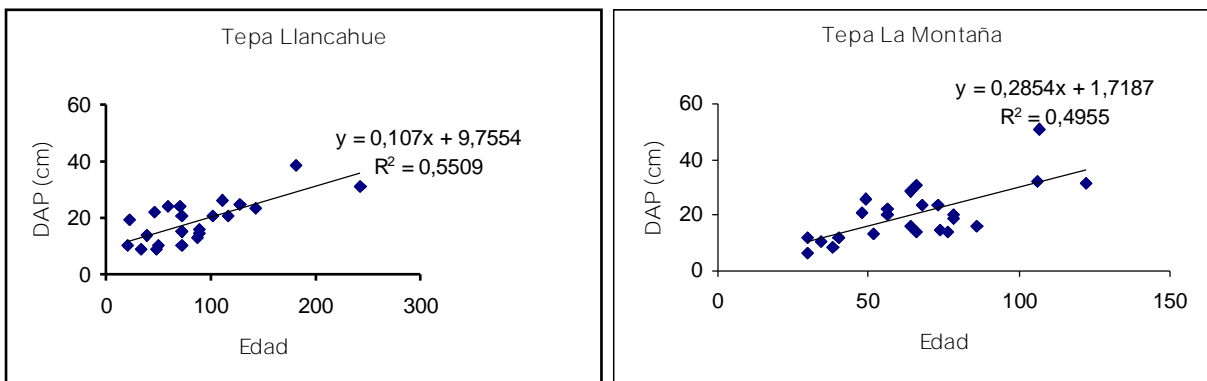


Figura 5. Relación DAP-Edad para la especie *L. philippiana* en dos sitios.

A partir de los parámetros estadísticos productos de la regresión, se observa que para ambas especies existe una dependencia entre las variables dap-edad. Lo cual nos entrega una base estadística para inferir el comportamiento en el tiempo de las especies estudiadas.

4.2 Periodos de Liberación y Supresión

Los periodos de liberación y supresión tienen una participación desigual en el desarrollo y acceso al dosel de estas especies. La mayoría de los individuos de ambas especies sufren más supresiones que liberaciones siendo un patrón claramente identificable en la mayoría de los casos estudiados. Incluso para clases diamétricas superiores todos los árboles han experimentado supresiones en algún momento de su vida.

A. punctatum presenta una mayor proporción de árboles con periodos de supresión que *L. philippiana*, que para el caso de las liberaciones. Estas se concentran notoriamente en las clases diamétricas mayores a 45 cm para *L. philippiana*, y superiores a 20 cm de diámetro para *A. punctatum*.

Los crecimientos promedios de los periodos de liberación por clase diamétrica muestran que *A. punctatum* posee valores más bajos que los de *L. philippiana*, sin existir grandes diferencias. Para los periodos de supresión los crecimientos de *A. punctatum* también son menores, pero sin diferencias importantes entre las especies de estudio. Los periodos entre si muestran diferencias en el incremento radial (mm), siendo mayor para el caso de las liberaciones alcanzando valores promedios máximos de 2,5 mm para *L. philippiana* y para las supresiones valores promedios mínimos de 0,4 mm para *A. punctatum*.

En el cuadro 4 se entrega el número de árboles totales muestreados por sitio, especie y clase diamétrica, junto con el número de individuos resultantes que presentan periodos ya sea de liberación y/o supresión. También se incluye la duración de los periodos de liberación y supresión por especies y clase diamétrica.

Cuadro 4. Resumen periodos de liberación y supresión (parámetros y estadísticos)

Especies	<i>A. punctatum</i>			<i>L. philippiana</i>			<i>A. punctatum</i>			<i>L. philippiana</i>			
	Llancahue			Llancahue			La Montaña			La Montaña			
Clase diamétrica (cm)	< 20	20-45	>45	< 20	20-45	> 45	< 20	20-45	>45	< 20	20-45	>45	
N° de árboles totales	8	10	7	23	22	15	7	11	14	26	27	6	
N° de árboles con liberación	4	8	4	7	15	4	5	8	9	9	14	1	
Duración del periodo de liberación (años)	Rango	5-7	5-9	5-8	5-8	5-13	5-8	5-11	5-13	5-16	5-9	5-12	5-6
	Media	5,5	6,22	6,4	6,1	6,8	6,3	7,0	7,9	6,4	6,5	6,8	5,5
	S.D.	0,8	1,2	1,3	1,1	1,9	0,8	2	1,8	2,2	1,3	1,7	0,7
N° de árboles con supresión	6	10	7	18	19	15	6	11	14	18	23	6	
Duración del periodo de supresión (años)	Rango	5-11	5-26	5-12	5-12	5-18	5-20	5-11	5-16	5-14	5-12	5-11	5-12
	Media	6,8	8,1	7,4	7,1	7,7	7,6	7,8	7,3	7,4	6,7	7,1	6,4
	S.D.	1,8	3,8	1,7	1,8	2,5	2,6	2	2,5	2	1,9	1,6	2

El rango de duración de los periodos de liberación es menor (5-16 años), a los obtenidos para las supresiones (5-26 años). Sin embargo el mayor número de individuos poseen duraciones entre 5 y 8 años, siendo los valores extremos solo casos individuales en cada especie.

Es posible observar que la duración de los periodos de liberación y supresión es mayor para las especies pertenecientes a Llancahue en relación a las de La Montaña, pero no existe un patrón significativamente diferenciable de duraciones en ambos periodos para las distintas especies. Además se aprecia que los periodos de supresión tienden a durar un poco más que las liberaciones, al igual de lo que se aprecia en literatura, pero sin presentar diferencias importantes.

Los resultados obtenidos de los periodos analizados, demuestran un comportamiento no significativo entre ambas especies e incluso entre el total de clases diamétricas como se presenta en el cuadro 5 (valor observado menor al valor tabulado) (Anexo 2).

Cuadro 5. Relación entre especies y diámetros con los períodos de liberaciones y/o supresiones

Variables	Chi-cuadrado		
	Valor observado	Valor Tabulado 95% de confianza	Significancia
Entre especies	1,8	3,84	NS
Clase diamétrica, ambas <i>sp</i>	4,2	5,99	NS
Clase diamétrica, <i>A. punctatum</i> LL	3	5,99	NS
Clase diamétrica, <i>A. punctatum</i> LM	1,3	5,99	NS
Clase diamétrica, <i>L. philippiana</i> LL	18	5,99	S
Clase diamétrica, <i>L. philippiana</i> LM	18,3	5,99	S

NS: No significativo, S: Significativo

Para *A. punctatum* en ambos sectores los valores obtenidos para la prueba de Chi-cuadrado no son significativos, lo que indica que los periodos de liberación y supresión ocurren independientemente de las clases diamétricas en ambos sitios.

Sin embargo para *L. philippiana* los resultados demuestran que los periodos de liberación y supresión son dependientes de las clases diamétricas, lo que puede ser observado en la Figura 6. A partir de la prueba Chi-cuadrado (ver Anexo 2), se observa que los periodos de liberación son los que determinan la significancia en el comportamiento de *L. philippiana* por clase diamétrica, existiendo una mayor presencia en la clase 20-45 cm en ambos sitios que son afectados por liberaciones. El porcentaje de periodos de supresión (Figura 7), aumentan a medida que aumenta la clase diamétrica en Llancahue y La Montaña (Anexo 2).

Según lo planteado anteriormente y los resultados graficados (Figuras 6 y 7), se puede observar diferencias en el comportamiento entre ambas especies, y la similitud dentro de las mismas especies aun perteneciendo a lugares distintos.

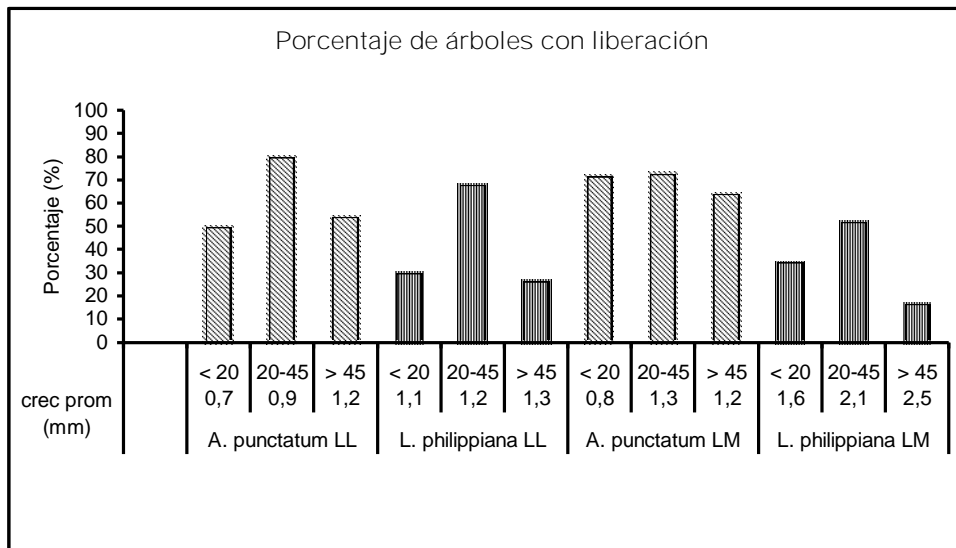


Figura 6. Porcentaje de árboles con liberación.

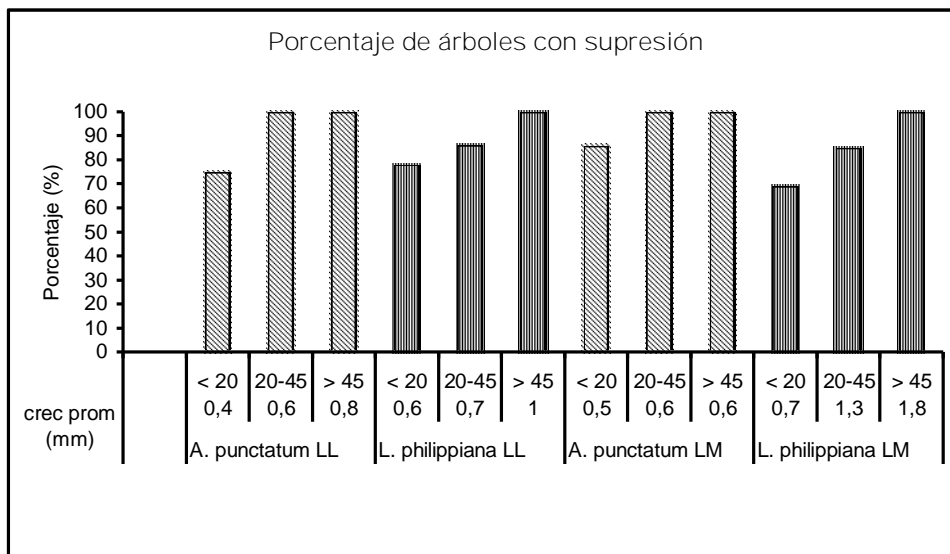


Figura 7. Porcentaje de árboles con supresión.

Las mayores diferencias entre ambas especies se reflejan en los periodos de liberación (Figura 6). *A. punctatum* es la especie que posee el mayor porcentaje de liberaciones en todas las clases diamétricas y en ambos sitios, siendo más homogénea la distribución de liberaciones dentro de las clases diamétricas en el predio La Montaña (Figura 6). En Llancahue la mayor proporción de liberaciones se presentan entre los 20-45 cm de diámetro.

Para *L. philippiana* los porcentajes de liberaciones son menores concentrándose el mayor número dentro de la clase diamétrica de 20-45 cm. Para ambas especies los valores porcentuales mayores de liberaciones se encuentran en la clase diamétrica antes mencionada.

Los diferentes periodos de liberación y supresión, por los cuales atraviesa un árbol, durante su vida, al igual que la duración de ellos, también pueden ser identificados gráficamente (Figura 7). Este individuo presenta múltiples periodos de liberación y/o supresión, caracterizados por un crecimiento irregular con un mínimo de 0,134 mm/año y un crecimiento máximo de 4,6 mm/año. Se observan dos periodos de liberaciones seguidos de supresiones discontinuas, y un periodo continuo de supresión de alrededor de 20 años que se desarrolla entre los años 1972 y 1991.

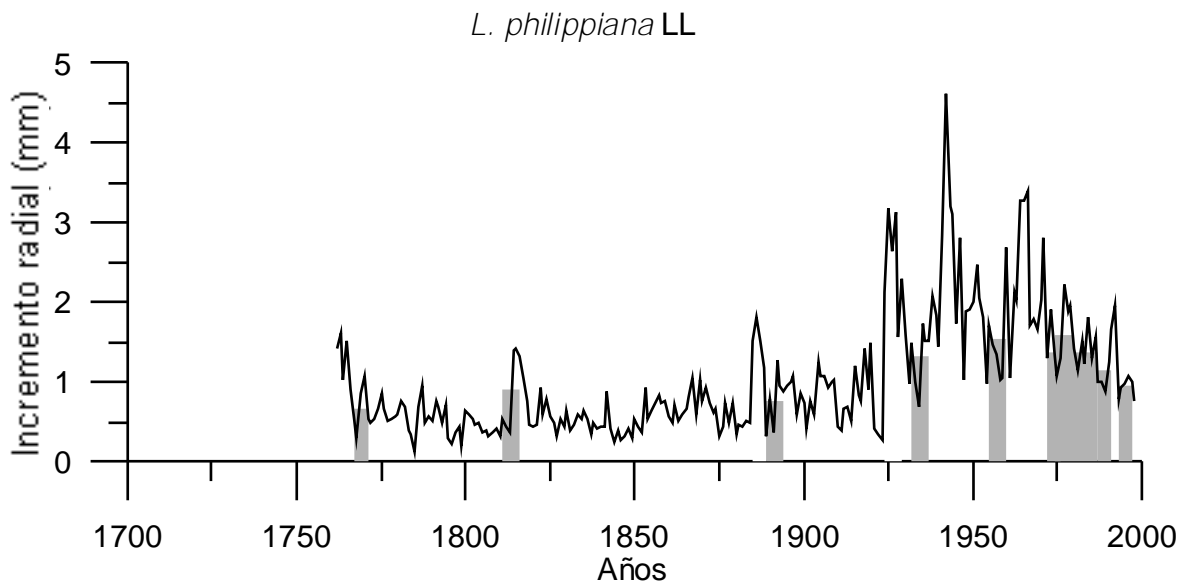


Figura 8. Incremento (mm) versus año para un individuo de *L. philippiana* de 53 cm. de dap en Llancahue. (Barras achuradas indica periodo liberación, barras grises indican periodos de supresión)

4.3 Patrones de Acceso al dosel

Según los gráficos obtenidos por individuo (Anexo 3) y considerando los distintos periodos de liberación y supresión que cada uno sufre durante su acceso o reclutamiento en el dosel, fueron definidos 4 estrategias de acceso al dosel.

- Estrategia 1: Los árboles acceden al dosel sin la ocurrencia de periodos de supresiones, pudiendo presentar etapas o periodos de liberación. Por ejemplo la Figura 9 muestra un individuo de *L. philippiana* perteneciente al predio La Montaña, de 44,5 cm de diámetro, que presenta dos liberaciones marcadas de siete años de duración cada una (1946-1952 y 1985-1991), pero no presenta supresiones.

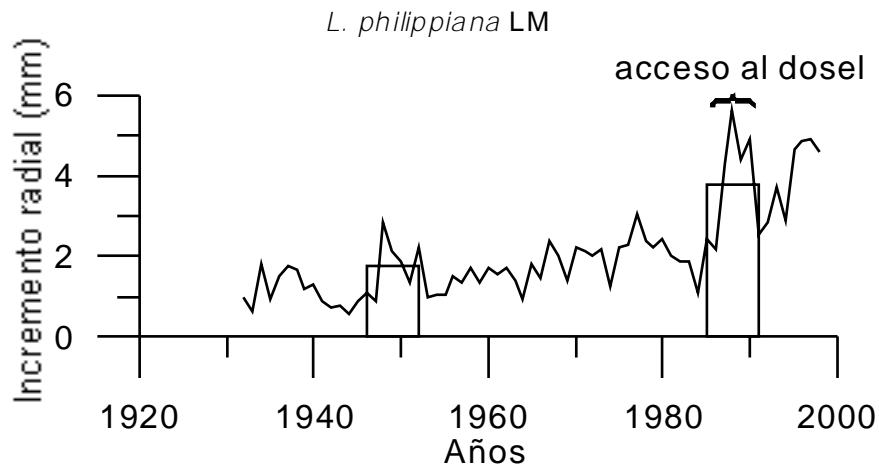


Figura 9. Individuo *L. philippiana* de 44,5 cm de dap, predio La Montaña.

- Estrategia 2: Los árboles acceden al dosel sin la ocurrencia de períodos de liberación, pudiendo presentar periodos de supresión. Por ejemplo la Figura 10 muestra un individuo de *A. punctatum* perteneciente al predio Llancahue, que posee 64.4 cm de diámetro, y presenta un total de cinco periodos de supresiones (1827-1833, 1856-1864, 1876-1884, 1936-1942 y 1960-1964).

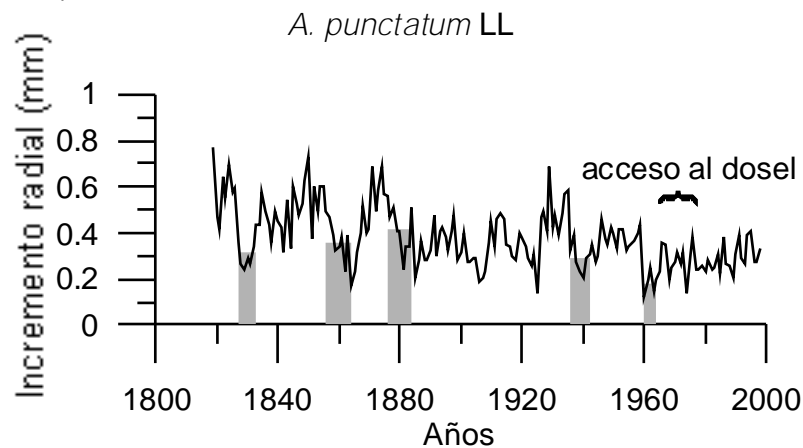


Figura 10. Individuo *A. punctatum* de 64,4 cm de dap, predio Llancahue.

- Estrategia 3: Esta caracterizado por un período inicial de bajo crecimiento, después del cual ocurre una liberación, producto del aumento de luz o recursos, que lo llevan a acceder al dosel. Por ejemplo la Figura 11 muestra un individuo de *L. philippiana*, de 54 cm de diámetro, perteneciente al predio Llancahue, que presenta en sus primeros años crecimientos menores, para luego experimentar un aumento producto de una liberación (disminución competencia, abertura del dosel, entre otras)

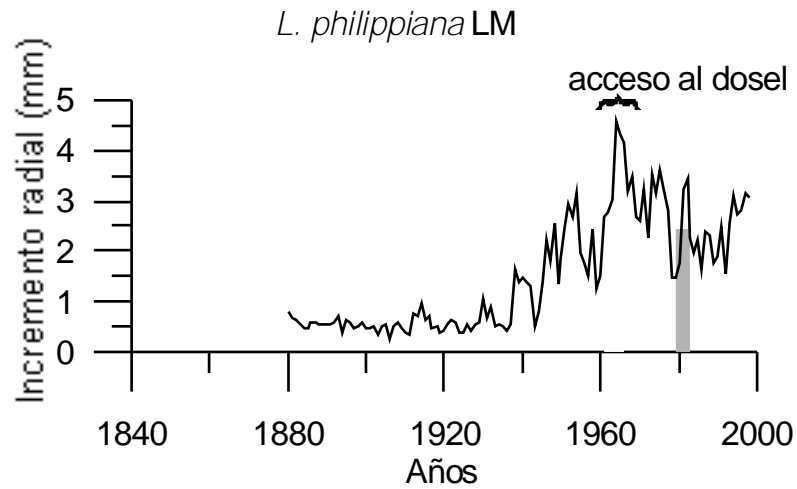


Figura 11. Individuo *L. philippiana* de 54 cm de dap, predio Llancahue.

- Estrategia 4: Los individuos poseen múltiples períodos de liberación y supresión antes de su liberación final. Por ejemplo la Figura 12 muestra un individuo de *A. punctatum* con 43.8 cm de diámetro, perteneciente al predio La Montaña, con una serie de liberaciones y supresiones antes de su acceso al dosel superior. Se ve un periodo inicial de liberación durante los años 1860-1866, luego un periodo de supresión 1866-1874, posteriormente dos periodos de liberación 1887-1891, 1928-1936 y uno de supresión 1936-1942. Finalmente se distingue un periodo de liberación entre los años 1957-1969 (13 años), donde el individuo accede al dosel.

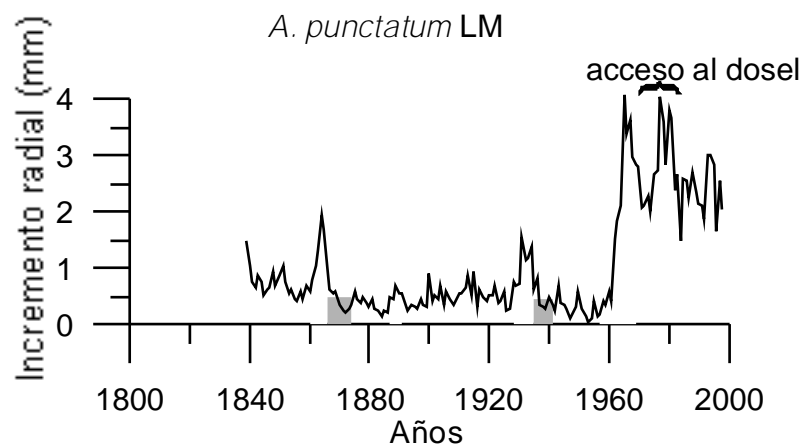


Figura 12. Individuo *A. punctatum* de 43,8 cm de dap, predio Llancahue.

De igual modo que en el punto 2.3.3 se realizó una prueba de Chi-cuadrado, mediante la utilización de tablas de contingencia, para poder definir estadísticamente el comportamiento entre los periodos definidos y las especies por sitio de estudio.

Las tablas de contingencia elaboradas para el análisis son de 4x2, sus componentes son los cuatro patrones de acceso al dosel y ambas especies por área de estudio (Anexo 2).

Al analizar el comportamiento entre los patrones definidos y las especies, mediante una prueba de Chi-cuadrado con un 95% de confianza, se estableció que ambas especies están significativamente relacionadas con un determinado patrón. Lo que indica que los patrones definidos son representativos para *A. punctatum* y *L. philippiana*, variando su participación para cada patrón.

El patrón predominante en *A. punctatum* es el de múltiples liberaciones y supresiones antes de su acceso al dosel (38,5%), seguido por aquel en el cual los individuos alcanzan el dosel en ausencia de liberaciones. El porcentaje menor en esta especie lo presenta el patrón de acceso al dosel con la ausencia de supresiones (sin exclusión de periodos de liberaciones) (Figura 13).

Para *L. philippiana* el patrón dominante es de acceso al dosel en ausencia de periodos de liberación, seguido por el patrón 3 que posee un periodo inicial de bajo crecimiento después del cual ocurre una liberación.

L. philippiana y *A. punctatum* poseen diferentes patrones de acceso al dosel, representando la capacidad de cada especie de responder a aperturas y cierres del dosel. *L. philippiana* muestra una mayor capacidad de crecer y acceder al dosel sin periodos de liberación en comparación a *A. punctatum*. Por otro lado, *A. punctatum* muestra una mejor capacidad de a través de múltiples liberaciones y supresiones acceder al dosel.

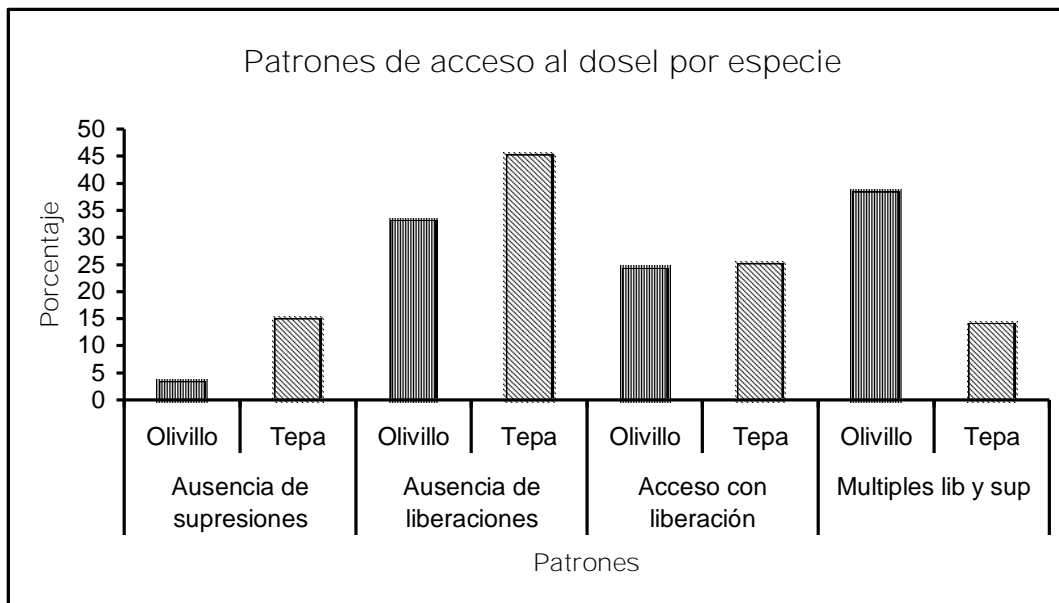


Figura 13. Estrategias de acceso al dosel porcentual para cada especie.

5. DISCUSIÓN

Los resultados estadísticamente significativos obtenidos en el análisis de regresión entre DAP-Edad, para las dos especies en las distintas áreas de estudio, nos entregan una pauta para poder inferir y distinguir patrones de comportamiento a partir de la estructura de ambos sitios de estudio (Veblen, 1992).

Según antecedentes del tipo forestal siempreverde, en la vertiente oriental de la cordillera de la Costa de Valdivia, *A. punctatum* se distribuye desde el nivel del mar hasta los 300 msnm, aproximadamente, en comparación a *L. philippiana* que se encuentra desde alrededor de los 100 hasta 500 msnm (Donoso, 1989). Ambas especies poseen un rango similar de distribución, traslapándose, debido a que ambas áreas de estudio se encuentran a ~300 msnm. La mayor diferencia esta dada por la ubicación de cada predio, Llancahue presenta una influencia oceánica marcada en comparación a La Montaña. Sin embargo los resultados indican que el comportamiento de ambas especies en los diferentes sitios es homologó, constituyendo comunidades similares (Donoso, 1993).

En ambos sitios de estudio se distingue un estado de desarrollo sucesional avanzado, debido a la presencia mayoritaria de especies tolerantes a la sombra como lo son *A. punctatum* y *L. philippiana*. Además se encuentran pocas especies intolerantes como *E. cordifolia*, de grandes dimensiones, como emergentes del dosel uniforme formado por tolerantes. Esto indicaría la ausencia de alteraciones que incorporen especies intolerantes a estos rodales (Veblen, 1992; Donoso; 1993). El predio La Montaña posee a su vez un número reducido de especies intolerantes en el dosel, en comparación con Llancahue que podría ser más joven, o presentar alteraciones más recientes que la primera.

L. philippiana, tiene una distribución diamétrica de "jota inversa" en ambos sitios de estudio, con abundantes individuos en las clases inferiores y progresivamente menor cantidad de individuos en las clases superiores, lo que sugiere un tipo de regeneración continua, permaneciendo a lo largo del tiempo en los rodales. Este tipo de distribución ya había sido descrita para *L. philippiana* en varios estudios, por ejemplo Lusk (1996). Para *A. punctatum* la distribución de individuos es casi constante en todas las clases diamétricas, con una menor cantidad de árboles jóvenes, que disminuiría a largo plazo la representación de ésta especie en el dosel, en ausencia de perturbaciones (Veblen, 1992; Donoso, 1993).

La tolerancia de *A. punctatum* y *L. philippiana* se muestra en diferentes estudios estableciendo que en determinados ambientes *L. philippiana* es muy tolerante, específicamente en sectores cordilleranos, sin la presencia de *A. punctatum* (Lusk, 1996). A lo anterior se puede asociar las diferencias autoecológicas entre estas especies y la forma de permanencia en el rodal. Figueroa y Lusk (2001), definen a *L. philippiana* y *A. punctatum* como dos de las cuatro especies más tolerantes en un bosque templado del sur de Chile, mediante los porcentajes de germinación de ambas, presentando *A. punctatum* claramente una mayor tasa de germinación que *L.*

philippiana, la que posee regeneración vegetativa muy exitosa (Veblen, 1992; Figueroa y Lusk, 2001).

Los resultados obtenidos para los periodos de liberaciones y supresiones indican que, *A. punctatum* se comporta como una especie con menor grado de tolerancia a la sombra que *L. philippiana* en contradicción a lo encontrado en literatura, la que define a *L. philippiana* como tolerante y a *A. punctatum* como extremadamente tolerante, de acuerdo al lugar de estudio (Donoso 1993, Veblen y Donoso, 1981; Lusk, 1996). Esta afirmación se basa en el mayor número de árboles de *A. punctatum* que presentan periodos de liberación, supresión o ambos, para llegar al dosel superior, lo que indica que los individuos reaccionan, más que *L. philippiana*, demostrando mayor sensibilidad ante un aumento o reducción de los recursos de su medio.

En éste estudio se plantea que *A. punctatum* posee una mayor respuesta ante periodos de supresiones y liberaciones que *L. philippiana*, sugiriendo que *A. punctatum* posee menor capacidad que *L. philippiana* para desarrollarse bajo dosel. Este resultado es comparable a lo estudiado en bosques de *Fagus crenata* y *Acer mono* en Japón, en el cual demuestra la tolerancia según la capacidad de permanencia bajo dosel (Cao y Ohkubo, 1999). Al igual que el estudio realizado por Canham (1985; 1990) para las especies *Acer saccharum* y *Fagus grandifolia*, en el cual se sugiere que *F. grandifolia* tiene un umbral menor de luz requerida para la liberación que *A. saccharum*.

Otra diferencia entre ambas especies está dada por la relación entre los periodos de liberación y/o supresión por rangos de clase diamétrica. Para *A. punctatum* el crecimiento radial es independiente de los periodos de liberación y/o supresión que sufre un individuo durante su vida. Según pruebas estadísticas (Chi-cuadrado), el crecimiento diametral de *L. philippiana* está significativamente relacionado con el número de periodos de liberación o supresión encontrados, con lo cual podemos decir que los individuos de *L. philippiana* poseen un patrón de comportamiento según su crecimiento diametral con respecto a la liberaciones y/o supresiones en los dos sitios de estudio, lo que sería esperable, si pensamos que al aumentar la edad de los individuos debería aumentar el número de periodos críticos que suceden a lo largo de su vida. *A. punctatum* al no presentar una tendencia definida de acuerdo a su crecimiento diametral, nos indicaría que los periodos críticos pueden ocurrir en cualquier momento de su vida.

En relación a la duración de los distintos periodos, se observa que los periodos de máxima duración son supresiones, que alcanzan los 26 y 20 años para *A. punctatum* y *L. philippiana* en Llancahue. La Montaña posee valores un poco menores con supresiones de hasta 16 años. Sin embargo la media de los periodos de supresión es homogénea para ambos sitios ya que la mayoría de los individuos poseen supresiones de entre 5 y 8 años. Ocurre lo mismo para el caso de las liberaciones, que aunque poseen duraciones menores que los periodos de supresión, no existe gran diferencia entre especies, ni entre sitios de estudio, manteniendo valores similares en ambos casos.

Las duraciones de los periodos de liberación y/o supresión en ambas áreas de estudio se caracterizan por ser cortas, en comparación a lo recopilado en estudios anteriores con especies tolerantes en el hemisferio norte en los cuales registran episodios máximos de supresiones de hasta 100 años, Cao y Ohkubo (1999), Canham (1985).

Los crecimientos promedios para *A. punctatum* alcanzan un mínimo para el caso de las supresiones de 0,4 mm/año y para las liberaciones un máximo de 1,3 mm/año. Para *L. philippiana* el valor de supresión mínimo es de 0,6 mm/año y la liberación máxima de 2,5 mm/año. Estos valores al ser comparados con otros estudios muestran valores similares. Canham (1985) menciona crecimientos de 0,5 mm/año como umbral para periodos de liberación/supresión en *Acer saccharum*. Sin embargo Wu y McCormick (1999) entregan valores de crecimiento menores de 0,2 mm/año para periodos de supresión en *Picea rubens* en bosques de Japón.

A partir de los periodos de liberación y supresión, junto con los datos proporcionados por el crecimiento anual (mm), se definieron cuatro patrones característicos para ambas especies:

1. acceso al dosel con la ausencia de supresiones.
2. acceso al dosel en ausencia de liberaciones.
3. acceso con un periodo inicial de un bajo crecimiento radial bajo dosel, seguida de una liberación debido a una apertura en el dosel.
4. caracterizado por múltiples periodos alternados de liberaciones y supresiones.

Los patrones definidos para cada especie, nos indican que *L. philippiana* posee más individuos dentro del patrón 2, lo que sugiere una mayor tolerancia con respecto a *A. punctatum*. *L. philippiana*, tiene mayor capacidad que *A. punctatum* de acceder al dosel creciendo sin periodos de liberación, lo que la muestra como una especie más tolerante a crecer en situaciones bajo sombra que *A. punctatum* (Donoso, 1993; Cao y Ohkubo, 1999). Bastante más por debajo se encuentra el patrón 3 caracterizado por un bajo crecimiento radial inicial seguido de una liberación, para *L. philippiana*, lo que nos indica la facilidad de responder rápidamente ante aperturas repentinas del dosel (Donoso, 1993; Veblen y Donoso, 1981; Lusk, 1996).

Comparando con los patrones obtenidos para *A. punctatum*, se observa una mayor proporción de individuos en el tipo de patrón 4, respondiendo ante una apertura o cierre del dosel. Estos resultados reafirman lo obtenido en el punto anterior (periodos de liberaciones y supresiones), mostrándose menos tolerante en estos sectores ante los diferentes periodos críticos, basándose en el comportamiento de especies intolerantes a la sombra, las cuales reaccionan bruscamente ante una apertura en el dosel en comparación a especies más tolerantes (Donoso, 1993) (más detalle ver Anexo 3).

6. CONCLUSIONES

- *A. punctatum* es la especie que posee el mayor número de periodos de liberación y supresión en ambos sitios, lo que sugiere una menor tolerancia a la sombra, basado en la mayor sensibilidad ante la reducción o liberación de recursos, en comparación con *L. philippiana*.
- Los periodos de liberación y supresión para *L. philippiana* están relacionados significativamente con los diámetros de los árboles manteniendo esta relación en ambas áreas de estudio. *A. punctatum* no presenta un patrón definido entre crecimiento diametral y periodos de liberación y/o supresión.
- Los patrones de acceso al dosel identificados para ambas especies, reafirman lo sugerido sobre la tolerancia en los periodos de liberación y supresión, ya que *L. philippiana* es la que posee un mayor número de individuos que acceden al dosel en ausencia de liberaciones, lo que nos indica que puede permanecer creciendo en buenas condiciones bajo dosel, característica típica de especies tolerantes. *A. punctatum* posee más individuos que acceden al dosel presentando múltiples periodos de liberaciones y supresiones, lo cual se asemeja al comportamiento de especies menos tolerantes, al reaccionar bruscamente ante cambios en el medio.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Becker, M. 1991. Impact of climate, soil and silviculture on forest growth and health. *In*: Landmann G. (ed). French research into forest decline. DEFORPA Programe second Report. Nancy: Ecole nationale du Génie rural, des Eaux et des Forets. 23-38.
- Bormann, F., Likens, G. 1979. Catastrophic disturbance and the steady state in northern hard-wood forests. *Am. Sci.* (67):660-669.
- Canavos, G. 1988. Probabilidad y estadística. Aplicaciones y métodos. McGraw-Hill, Mexico. Interamericana de Mexico. 651p.
- Canham, C., 1985. Suppression and release during canopy recruitment in *Acer saccharum*. *Torrey Botanical Club.* 112(2):134-145.
- Canham, C., 1988. Growth and canopy architecture of shade-tolerant tree: response to canopy gaps. *Ecology.* 69(3):786-795.
- Canham, C. 1990. Suppression and release during canopy recruitment in *Fagus grandifolia*. *Torrey Botanical Club.* 117(1): 1-7.
- Cao, K., Ohkubo, T. 1999. Suppression and release during canopy recruitment in *Fagus crenata* and *Acer mono* in two old-growth beech forest in Japan. *Plant Ecology.* (145): 281-290.
- CIREN. 2000. Estudio Agrológico de la Provincia de Valdivia X Región. Descripciones de suelos. Materiales y Símbolos. Santiago. Chile.
- Cook, E., Briffa, K. 1990. Data análisis. *In*: Cook, E., Kairiukstis, L. *Methods of Dendrocronology.* Dordrecht, Kluwer. 97-161.
- Daniel, T., Helms, J., Baker, F. 1982. *Principios de Silvicultura.* Mc Graw Hill. México. 492 p.
- Donoso, C. 1981. Tipos Forestales de los bosques nativos de Chile; Investigación y Desarrollo Forestal. Documento de trabajo. CONAF-FAO. N° 38. Santiago. 83 p.
- Donoso, C. 1989. Regeneración y crecimiento en el tipo forestal Siempreverde Costero y Andino tras distintos tratamientos silviculturales. *Bosque* 10(2):69-83.
- Donoso, C. 1993. Bosques Templados de Chile y Argentina; Variación, Estructura y Dinámica. *Ecología Forestal.* Editorial Universitaria. 484 p.

- Donoso, C. 1997. *Ecología Forestal; El bosque y su medio ambiente*. Santiago, Chile. Editorial Universitaria. 368 p.
- Donoso, C., Lara, A. 1999. *Silvicultura de los Bosques Nativos*. Editorial Universitaria. 421 p.
- Donoso, P. 2002. *Structure and growth in Coastal evergreen forests as the bases for uneven-aged Silviculture in Chile*. PHD. Estados Unidos. State University of New York. 256 p.
- Figueroa, J., Lusk, C. 2001. Germination requirements and seedling shade tolerance are not correlated in a Chilean temperate rain forest. *New phytologist* (152):483-489.
- Fritts, H. 1976. *Tree rings and climate*. New York, Academic Press. 567 p.
- Fritts, H., Swetnam, T. 1986. *Dendrocronology. A tool for evaluating variations in past and present forest environments*. Arizona, Hunton & Williams. 61 p.
- Fuenzalida, H., Pisano, E. 1965. *Geografía Económica de Chile*. Biogeografía. CORFO. Santiago de Chile. 428 pp.
- Holmes, R. 1999. *Dendrochronology program library and the dendroecology program library*. Laboratory of Tree-ring Research, University of Arizona, Tucson, Arizona.
- Kitzberger, T., Veblen, T., Villalba, R. 1995. Tectonic influences on tree growth in northern Patagonia, Argentina: the roles of substrate stability and climatic variation. *Can. J. Res.* 25: 1684-1696.
- Kitzberger, T., Veblen, T., Villalba, R. 2000. Métodos dendrocronológicos y sus aplicaciones en estudios de dinámica de bosques templados de Sudamérica. *In: Dendrocronología en America Latina*. Mendoza, EDIUNC. 17-78 pp.
- Lorimer, C. 1982. A test of accuracy of shade-tolerance classifications based on physiognomic and reproductive traits. *Can. J. Bot.* 61: 1595-1598.
- Lorimer, C., 1984. Methodological considerations in the analysis of forest disturbance history. *Canadian. Journal of Forest Research.* 15: 200-213.
- Lorimer, C., Frelich, L. 1989. A methodology for estimating canopy disturbance frequency in dense temperate forest. *Canadian. Journal of Forest Research.* 19: 651-663.

- Lusk, C. 1996. Gradient analysis and disturbance history of temperate rain forests of the coast range summit plateau, Valdivia, Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* (69):401-411.
- Ogden, J., Fordham, R., Pilkington, S., Serra, R. 1991. Forest gap formation and closure along an altitudinal gradient in Tongariro National Park, New Zealand. *Journal of Vegetation Science*. 2: 165-172.
- Orwing, D., Abrams, M. 1994. Contrasting radial growth and canopy recruitment patterns in *Liriodendron tulipifera* and *Nyssa sylvatica*: gap-obligate versus gap-facultative tree species. *Canadian Journal of Forest Research*. 24: 2141-2149.
- Pezoa, L. 2003. Recopilación y análisis de la variación de las temperaturas (periodo 1965-2001) y las precipitaciones (periodo 1931-2001) a partir de la información de estaciones meteorológicas de Chile. Facultad de Ciencias. Forestales. 99 p.
- Rentch, J., Fajvan, M., Hicks, R. 2003. Oak establishment and canopy accession strategies in five old-growth stands in the central hardwood forest region. *Forest Ecology and Management* (184):285-297.
- Robinson, W., Evans, R. 1980. A microcomputer-based tree-ring measurement system. *Tree ring bulletin* (40):59-64.
- Runkle, J. 1982. Patterns of disturbance in some old-growth mesic forest of eastern of north america. *Ecology*. 63(5): 1533-1546.
- Smale, M., Kimberley, M. 1993. Regeneration patterns in Montane conifer /broadleaved forest on MT Pureora, New Zealand. *New Zealand journal of forest science*. 23(2):123-141.
- Stokes, M., Smiley, T. 1968. An Introduction to tree-ring dating. University of Chicago Press. Chicago.
- Veblen, T., Donoso, C., Schlegel, F. 1981. Forest dynamics in south-central Chile. *Journal of Biogeography* (8): 211-247.
- Veblen, T., Hadley, K., Reid, Rebertus, A. 1991. Methods of detecting past spruce beetle outbreaks in Rocky Mountain subalpine forests. *Canadian Journal of Forest Research*. 21: 242-254.
- Veblen, T. 1992. Regeneration dynamics. Capitulo 4. *In: Glenn-Lewin, D., Peet, R., Veblen, T. Plant succession: Theory and prediction. Londres, Chapman and Hall. pp.153-187.*
- White, P., Mackenzie, M., Busing, R. 1985. Natural disturbance and gap phase

dynamics in southern Appalachian spruce-fir forest. Canadian Journal of Forest Research. 15: 133-240.

Wu, X., McCormick, J., Busing, R. 1999. Growth pattern of *Picea rubens* prior to canopy recruitment. Plant Ecology. 140: 245-253.

ANEXO 1

Abstract

Abstract

An important requisite for the conservation of native forests through forest management is knowledge about the dynamics of their shade-tolerant species. Two of these species are *Aextoxicon punctatum* (olivillo) and *Laurelia philippiana* (tepa). The study was conducted in the properties of Llancahue and La Montaña, both in low-elevation mountains of the Province of Valdivia, where the Evergreen Forest Type is dominant. The objective was to compare the behavior and differences in shade tolerance of the two species by means of analyzing periods of release and suppression from tree ring analyses.

The period of liberation was defined as a relative increment of 100% about the growth, compared in contiguous groups five years old; the period of suppression was defined like a relative reduction in the growth of 150%, the same as the liberation with a five year-old intervals. The reconstruction of the release and suppression periods was carried out by using JOLTS program.

In both properties 65% of the individuals of *A. punctatum* have periods of release and 95% have periods of suppression, with a range of minimum ages from 27 to 342 years. For *L. philippiana* 40% of the trees showed periods of release, and almost 84% periods of suppression, with a range of ages from 11 to 242 years. The duration of the suppression periods was from 5 to 26 years, and from 5 to 16 years for periods of release. However, most trees had 5-to 8-yr periods.

The percentage of *L. philippiana* trees with release and suppression periods was significantly related to diameter classes, and increased with increasing diameter. For *A. punctatum* this relationship was not significant.

The growth means for the periods of liberation and suppression showed differences being for *A. punctatum* the maximum growth of 1,3 mm/yr for liberations and of 0,4 for the case of the suppressions. *L. philippiana* possessed maximum growths of 2,5 mm/yr for the liberations and 0,5 mm/yr for suppressions

With a revision of the chronologies four canopy recruitment patterns were identified for each species: (1) access in absence of suppression periods; (2) access in absence of release periods; (3) initial period of low growth continued by the access to the canopy after one release period; (4) multiple periods of release and suppression before final canopy access. *A. punctatum* was characterized as having more individuals in pattern 4, i.e., multiple releases and suppressions, in comparison with *L. philippiana* which had more individuals in pattern 2, i.e., absence of releases to reach the canopy.

The biggest proportion of *A. punctatum* trees with releases, together with the multiple releases and suppressions that occur before its access to the canopy, demonstrates a smaller shade tolerance for this species compared with *L. philippiana*, which apparently can better withstand growing conditions below the

canopy. This would also be suggested by the diameter frequency distributions of both species, since while *L. philippiana* has a reverse-J distribution, that for *A. punctatum* is rather flat.

Keywords: shade-tolerant species, periods of release and suppression, radial growth, canopy recruitment patterns.

ANEXO 2

Tablas de Contingencia

Tablas de contingencia por especie de ambas áreas de estudio, según el número de periodos de liberación y supresión.

Períodos	% de individuos con liberación o supresión	
	Olivillo	Tepa
Liberación	66,6	42,01
Supresión	94,7	83,19

Tablas de contingencia por clase diamétrica para de ambas especies y áreas de estudio, según el número de periodos de liberación y supresión.

Períodos	% de indiv. con lib o sup según clase diamétrica (cm)		
	0-20	>20-45	> 45
Liberación	39,1	64,28	42,8
Supresión	75	90	100

Tablas de contingencia para cada especie, en distintos predios, según el número de periodos de liberación y supresión.

Olivillo Llancahue

Períodos	% de indiv. con lib o sup según clase diamétrica (cm)		
	0-20	>20-45	> 45
Liberación	50	80	54,14
Supresión	75	100	100

Olivillo La Montaña

Períodos	% de indiv. con lib. o sup según clase diamétrica (cm)		
	0-20	>20-45	> 45
Liberación	71,4	72,7	64,3
Supresión	85,7	100	100

Tepa Llancahue

Períodos	% de indiv. con lib. o sup según clase diamétrica (cm)		
	0-20	>20-45	> 45
Liberación	30	68,2	26,6
Supresión	78,2	86,4	100

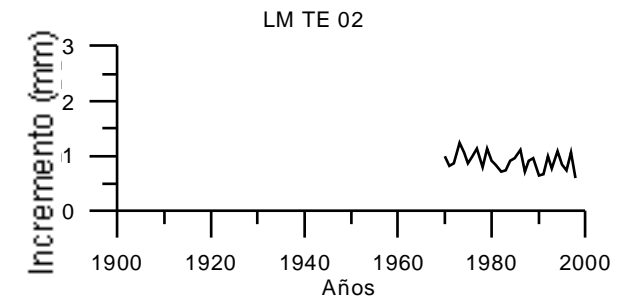
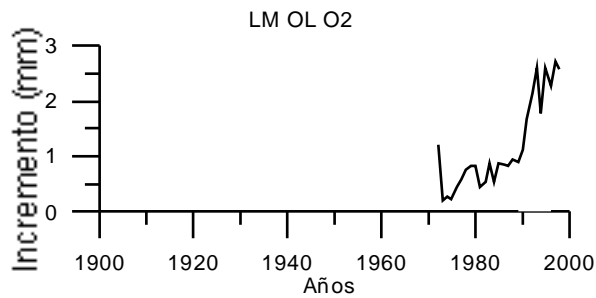
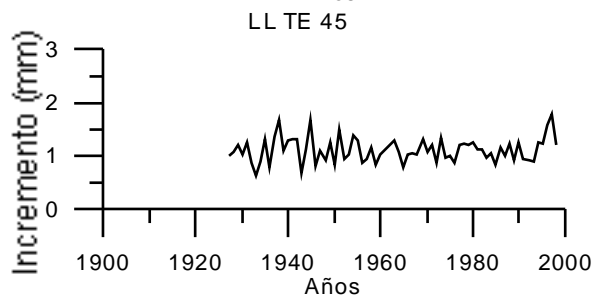
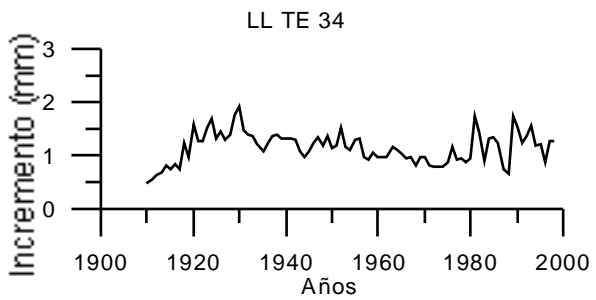
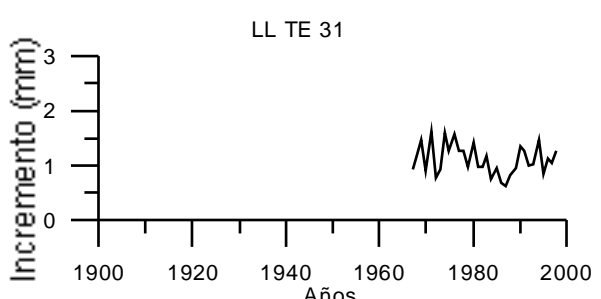
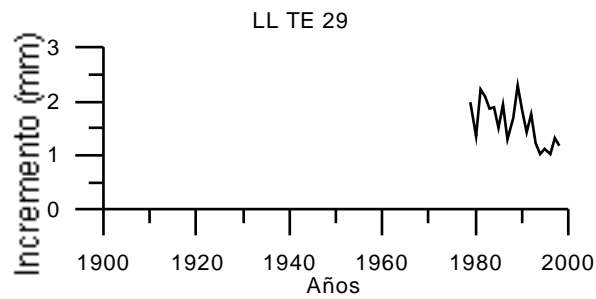
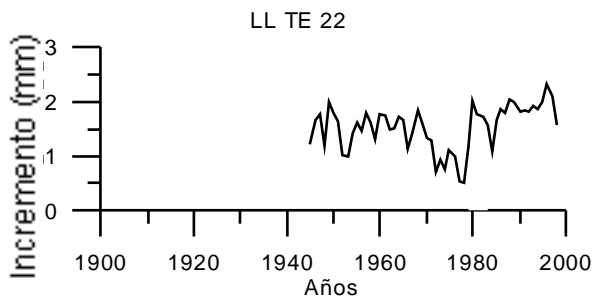
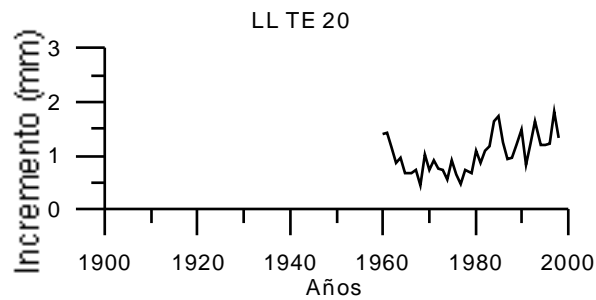
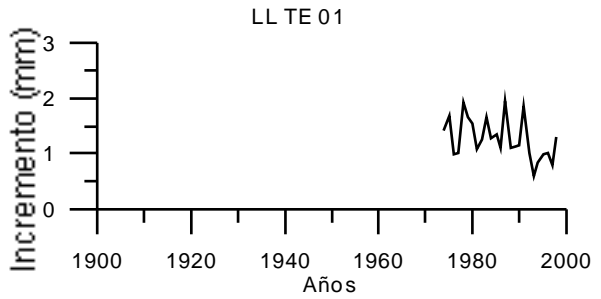
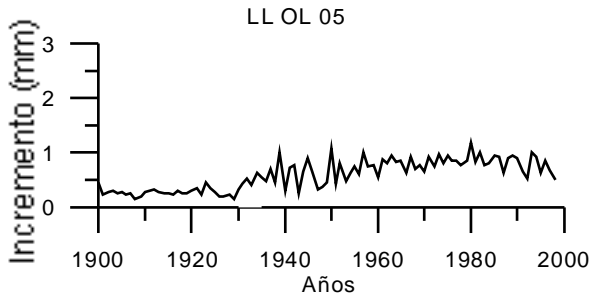
Tepa La Montaña

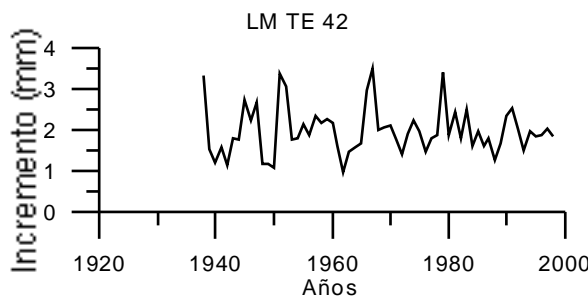
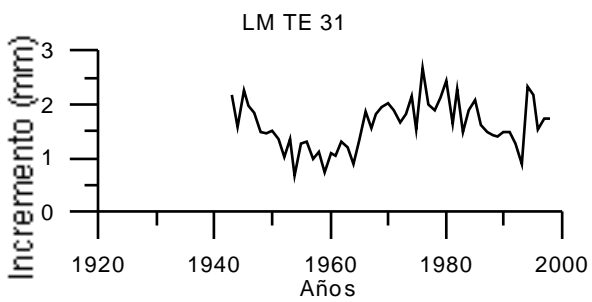
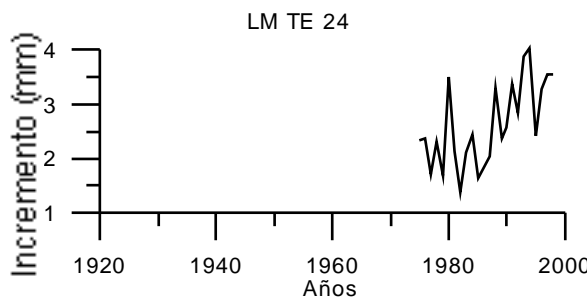
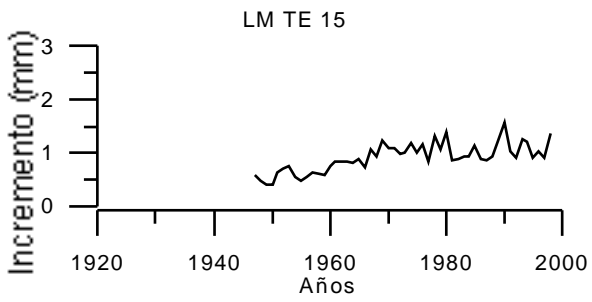
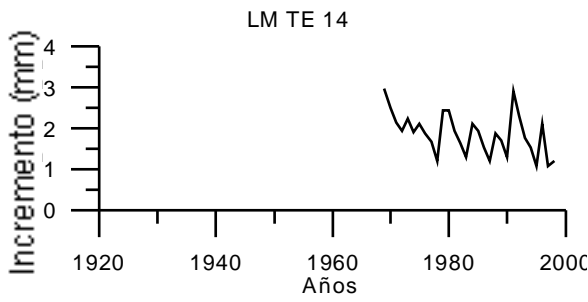
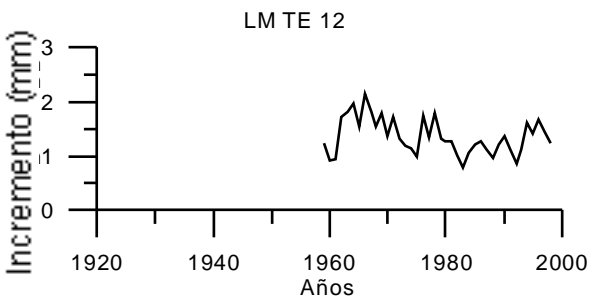
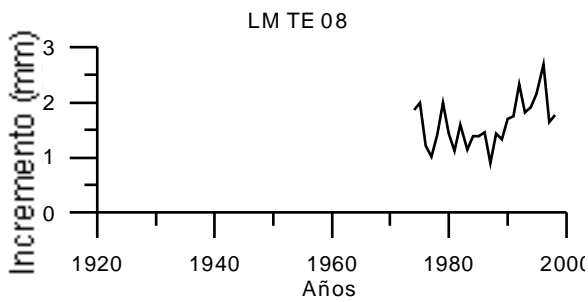
Períodos	% de indiv. con lib. o sup según clase diamétrica (cm)		
	0-20	>20-45	> 45
Liberación	34,6	51,8	16,6
Supresión	69,2	85,2	100

ANEXO 3

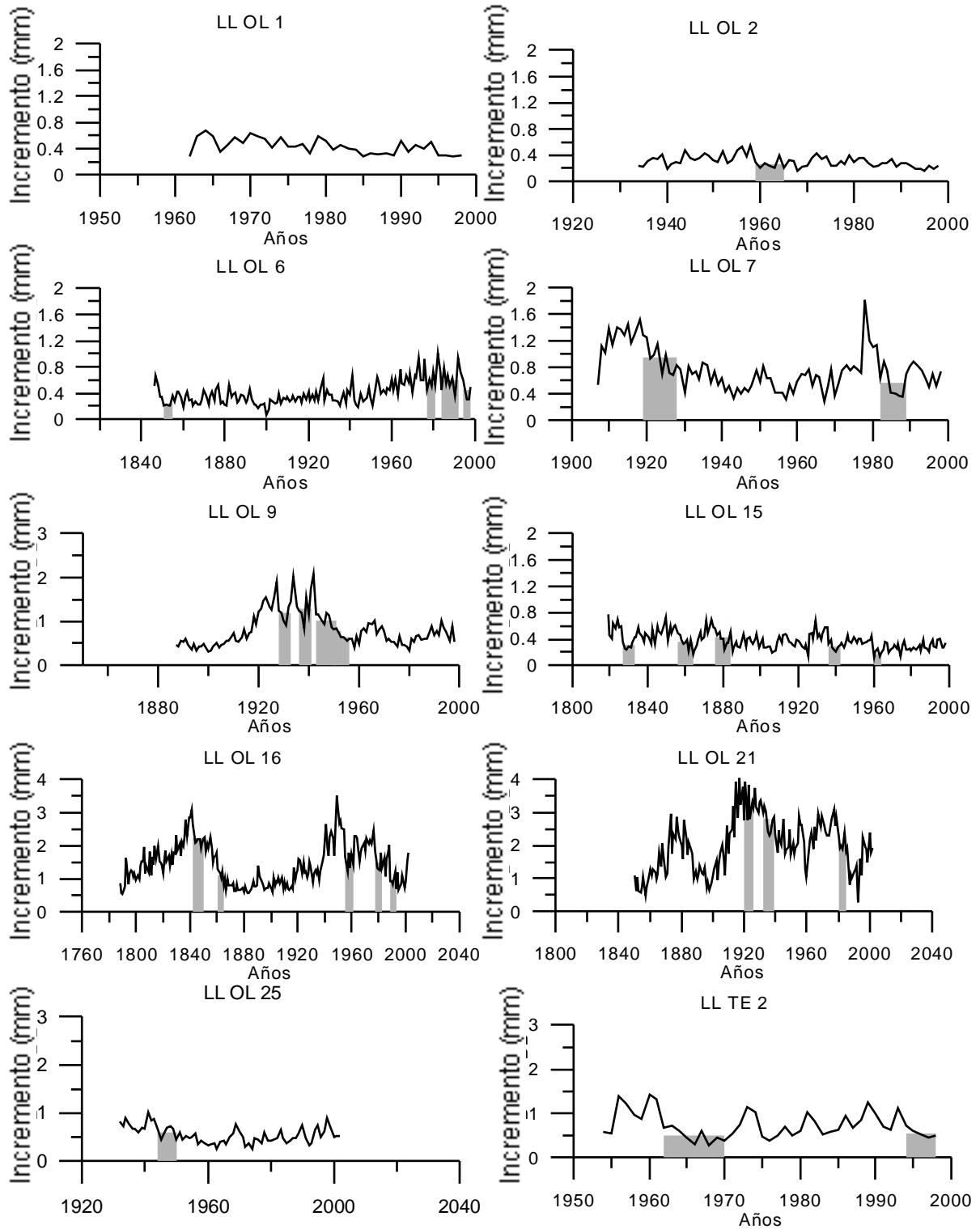
Grafica del total de individuos
según patrones de acceso al dosel

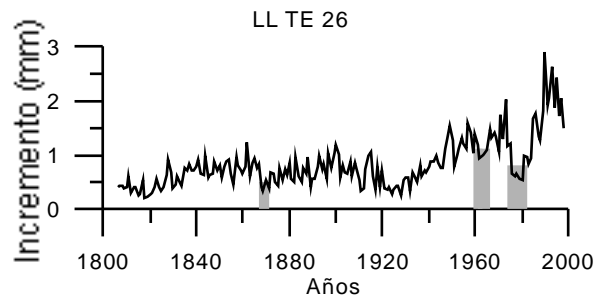
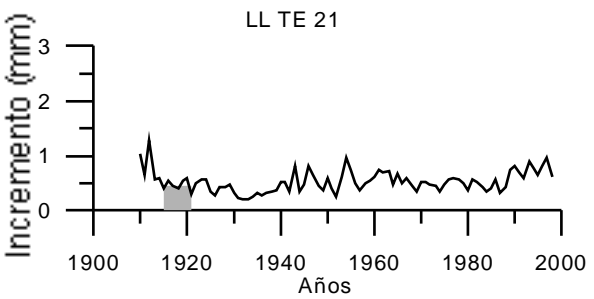
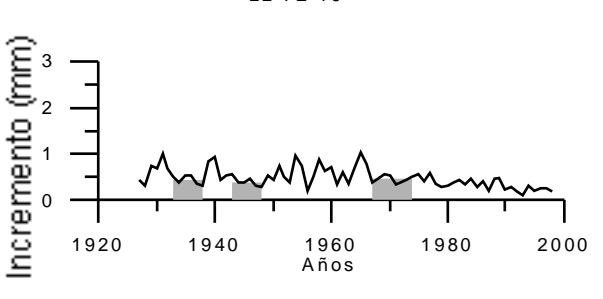
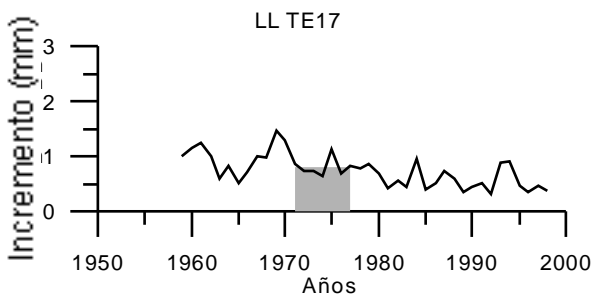
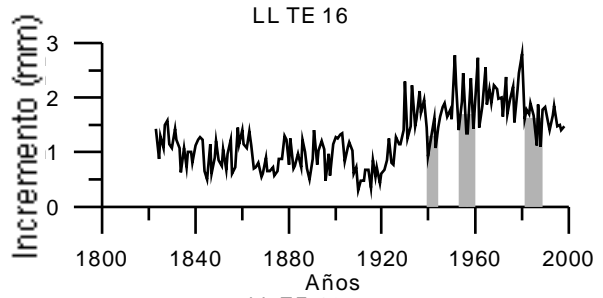
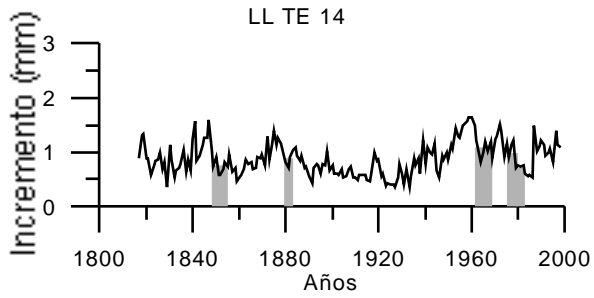
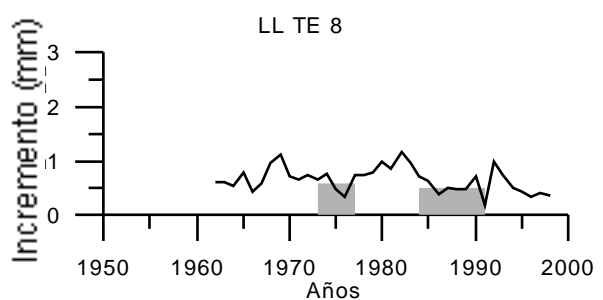
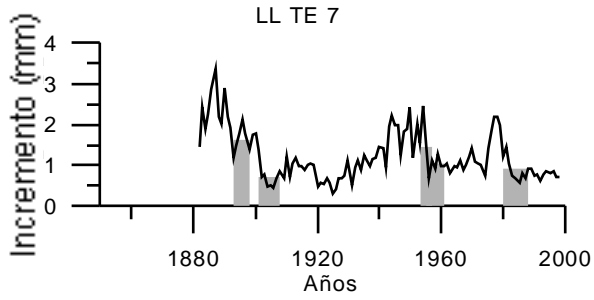
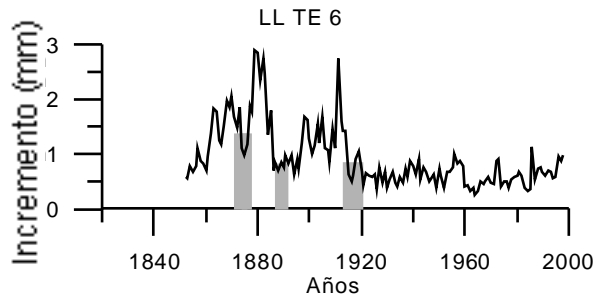
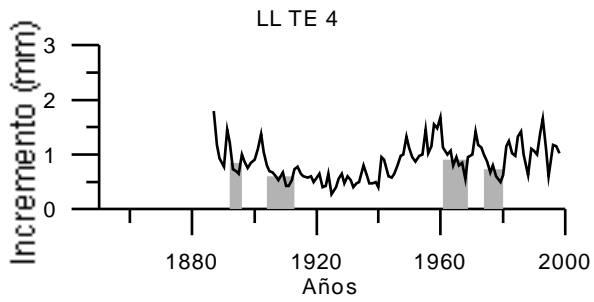
Patrón de acceso al dosel 1

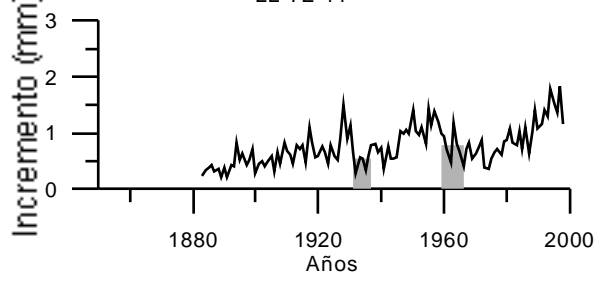
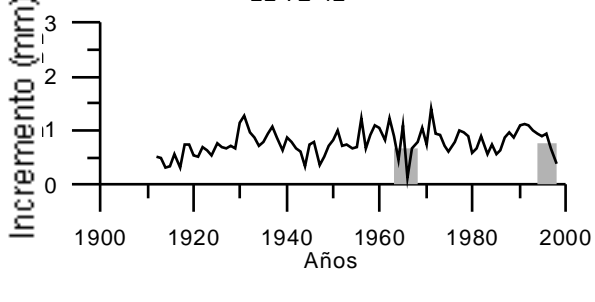
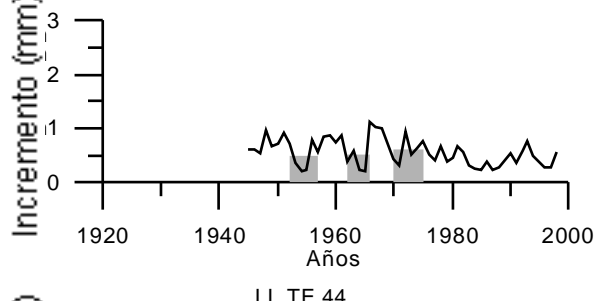
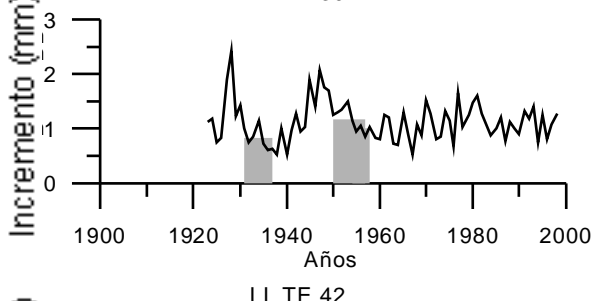
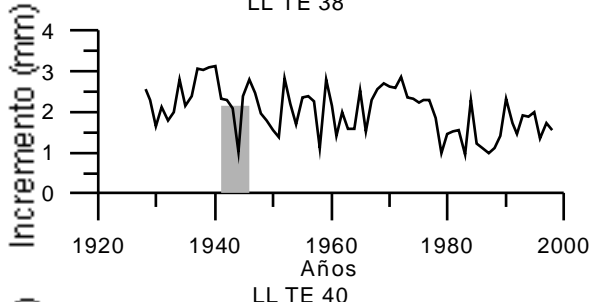
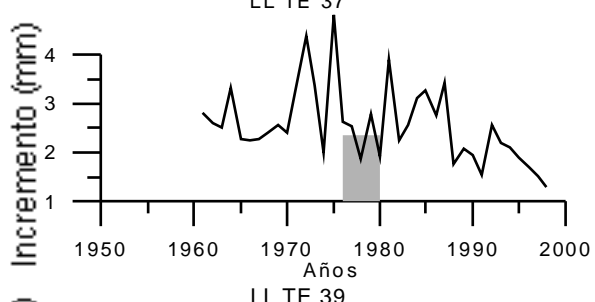
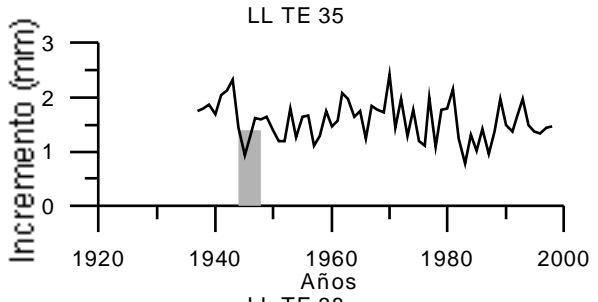
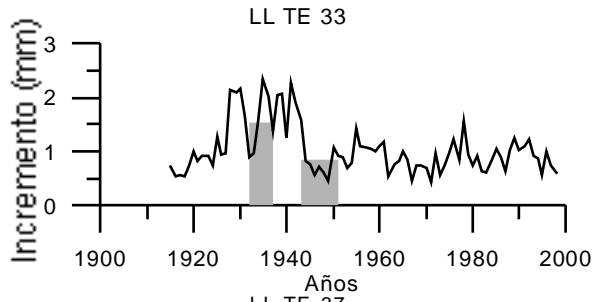
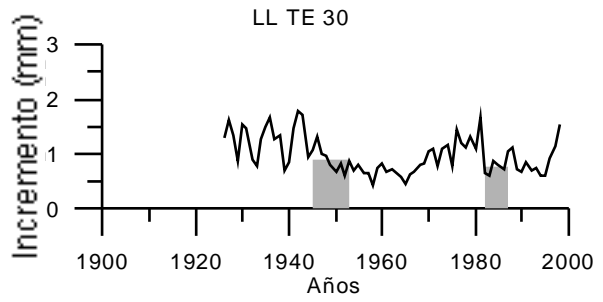
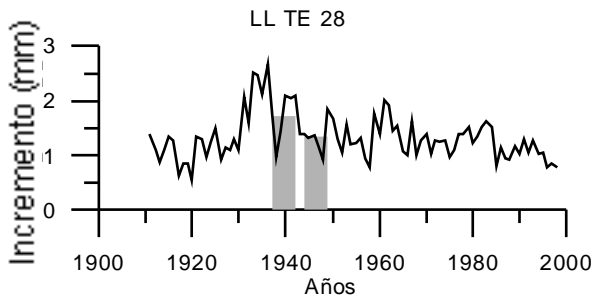


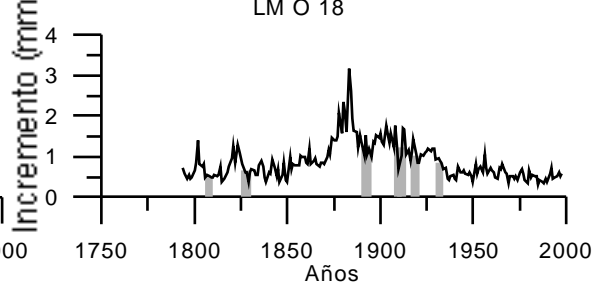
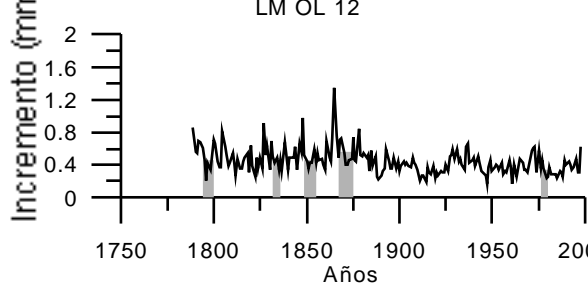
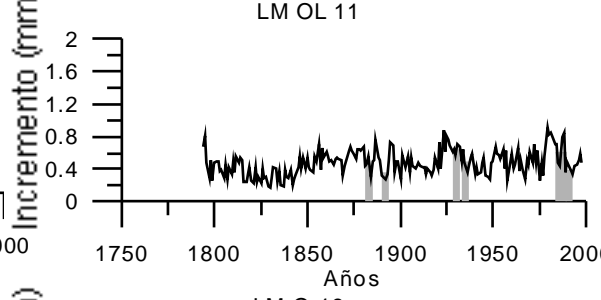
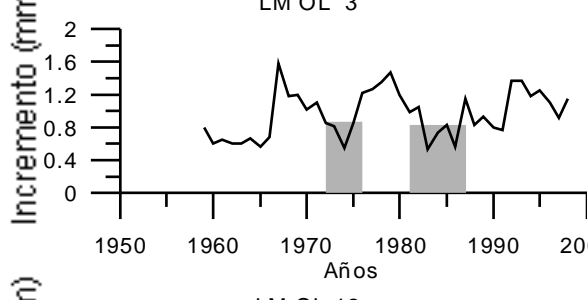
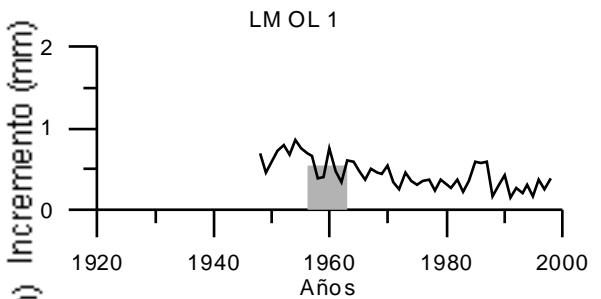
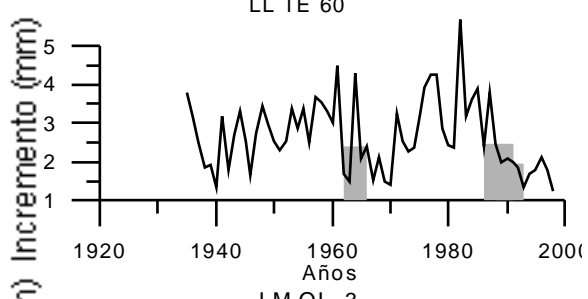
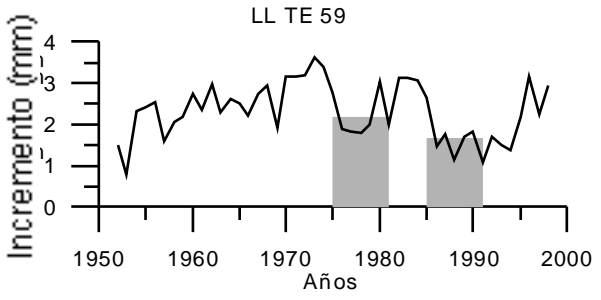
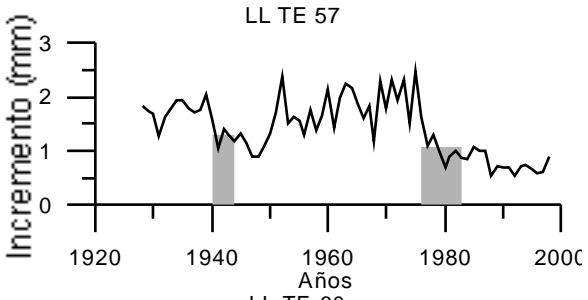
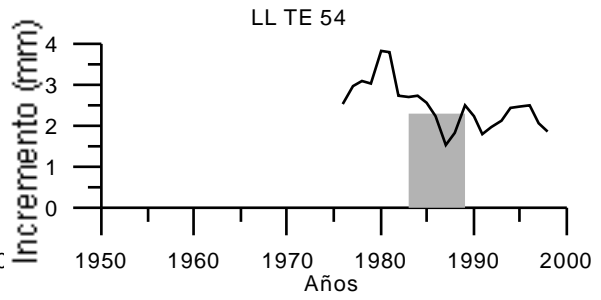
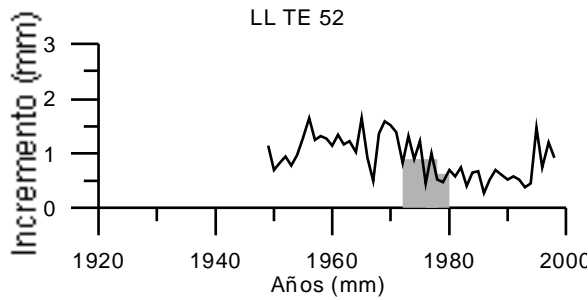
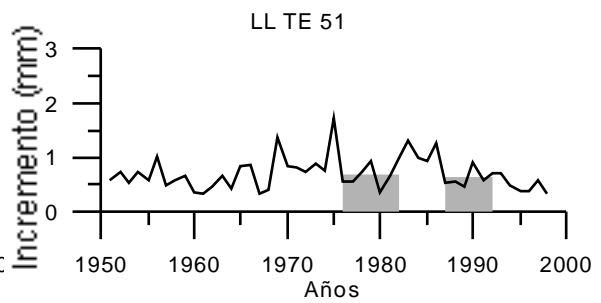
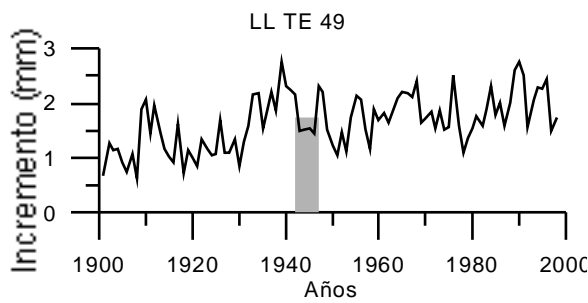


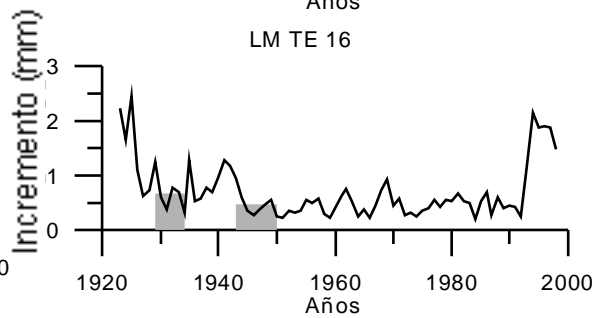
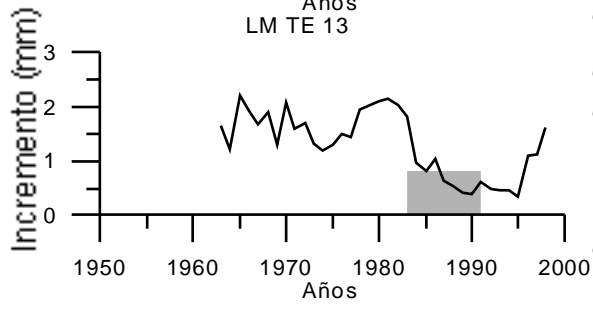
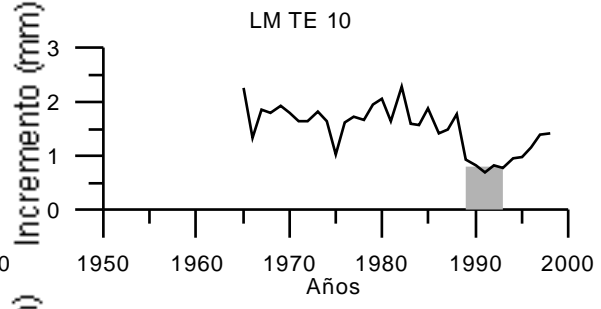
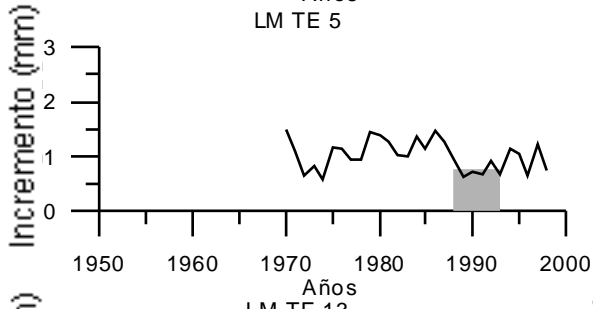
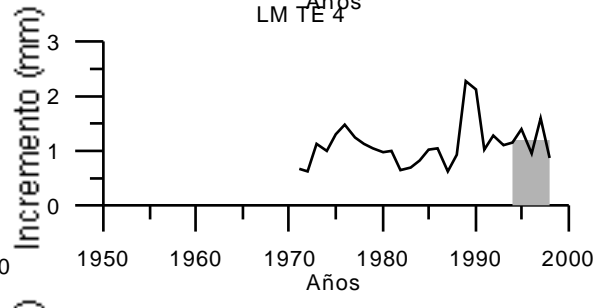
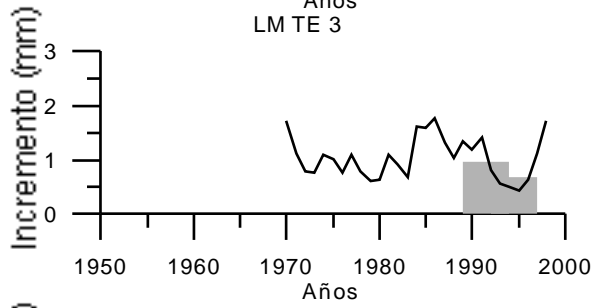
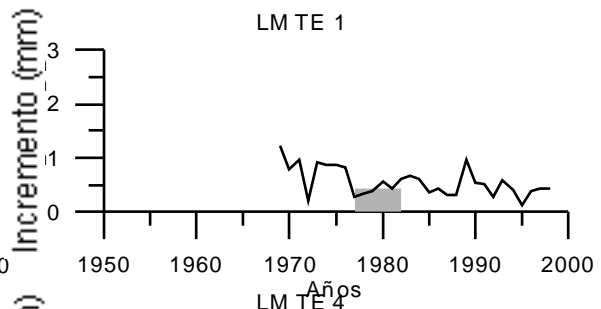
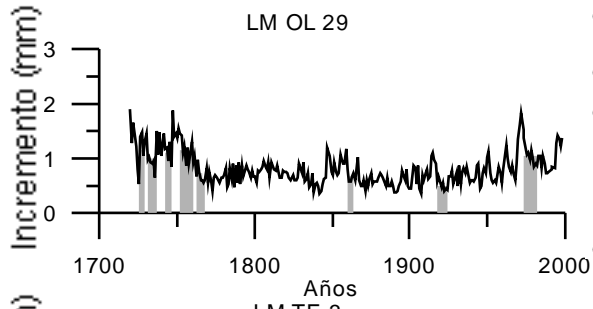
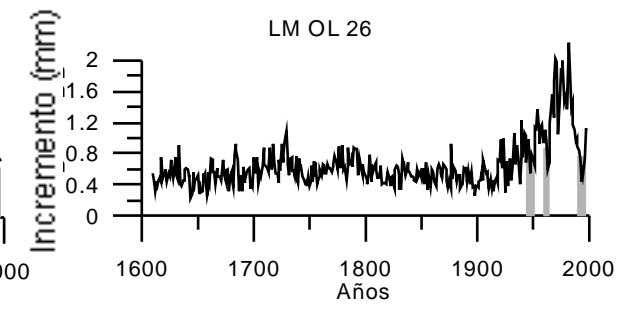
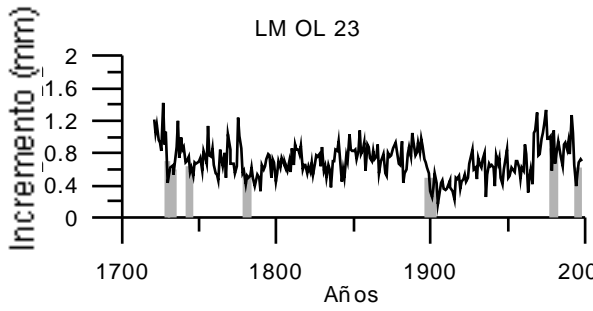
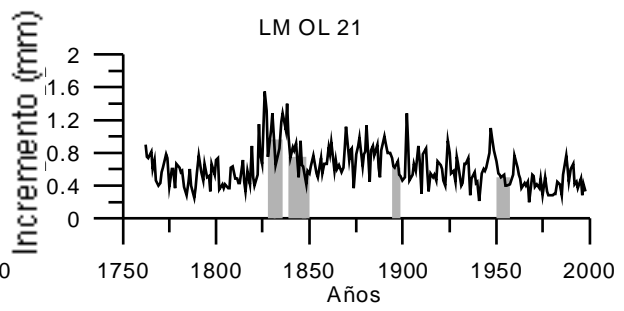
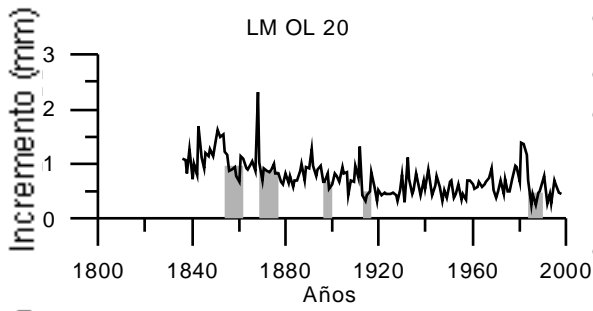
Patrón de acceso al dosel 2

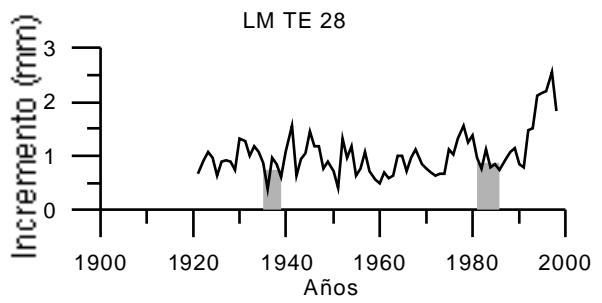
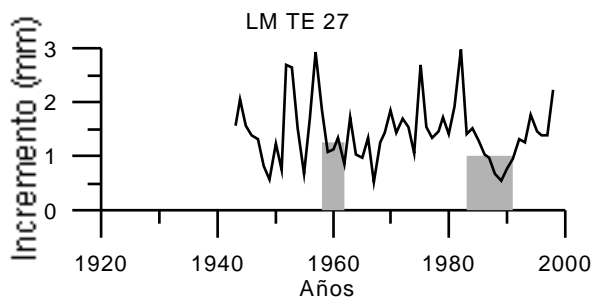
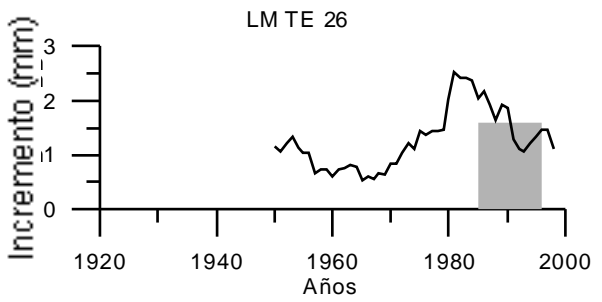
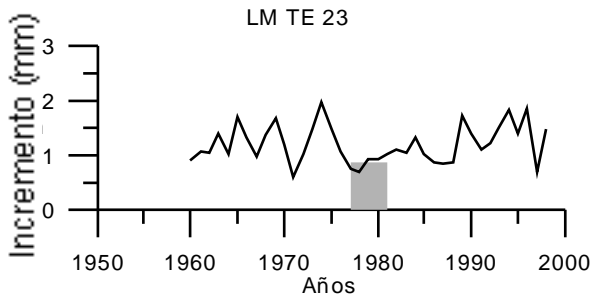
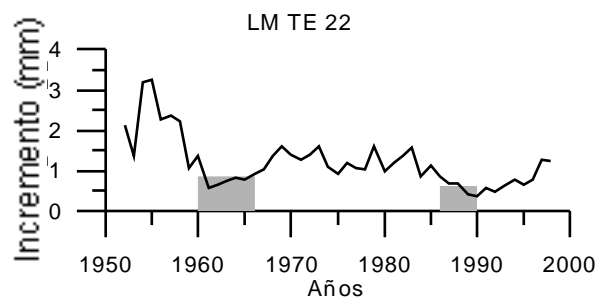
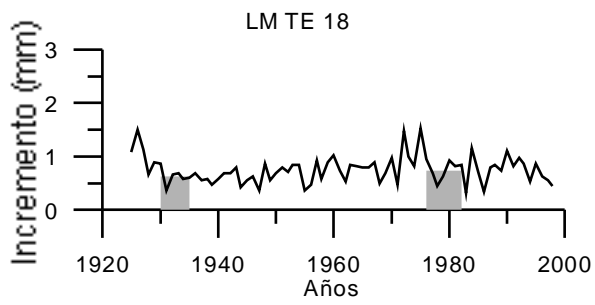




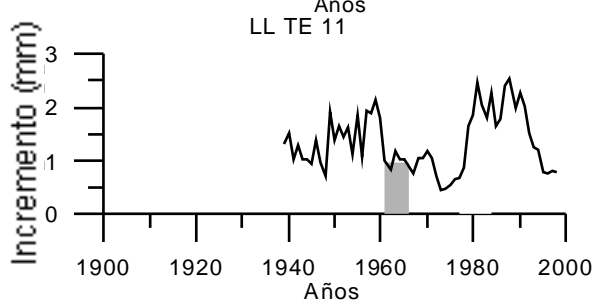
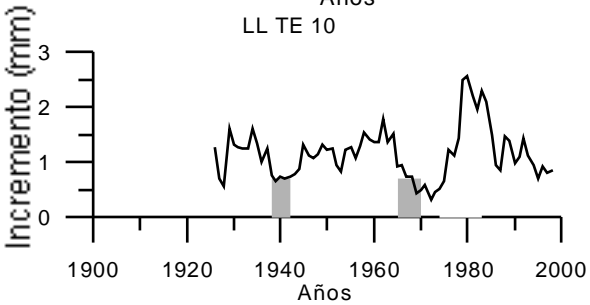
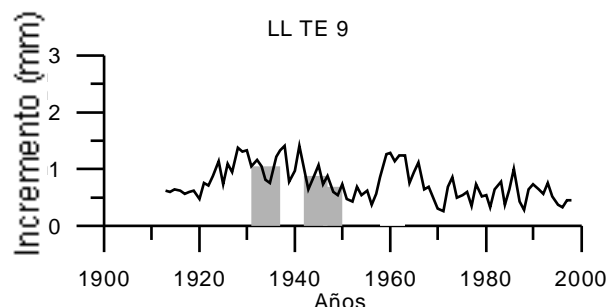
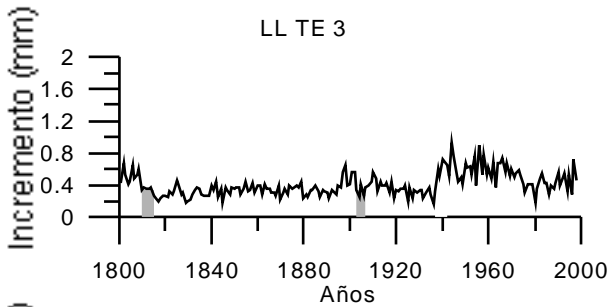
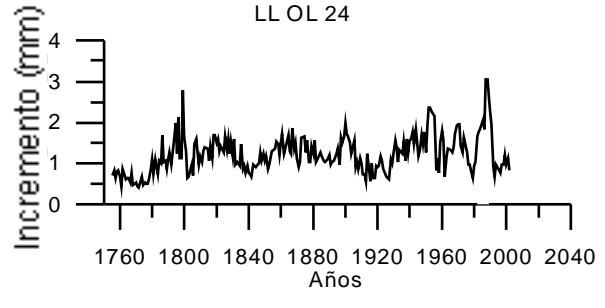
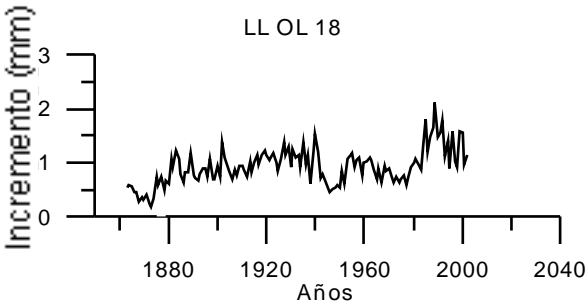
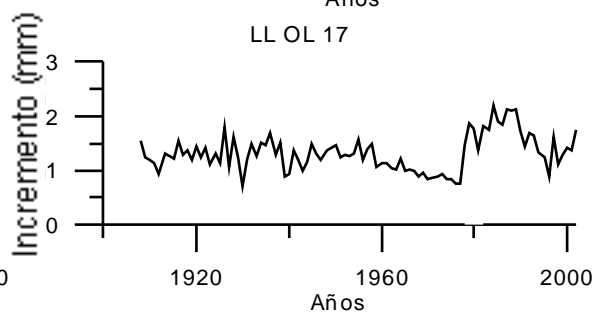
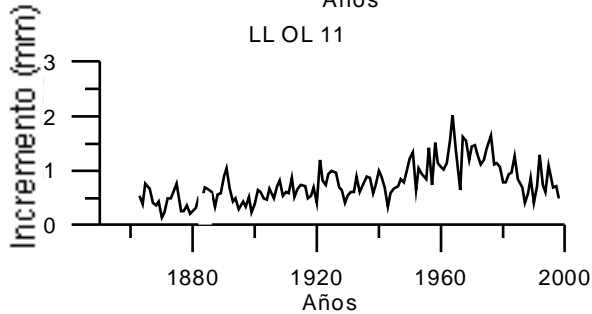
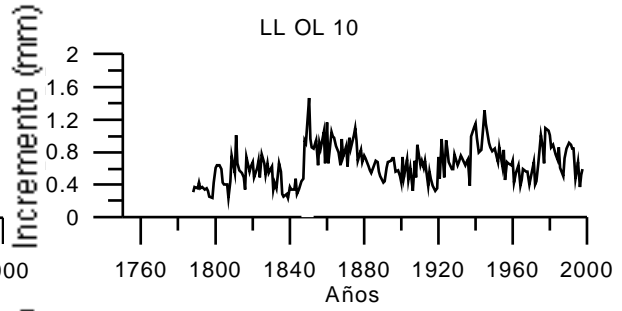
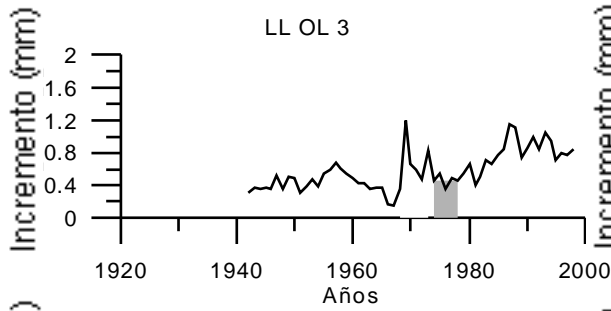


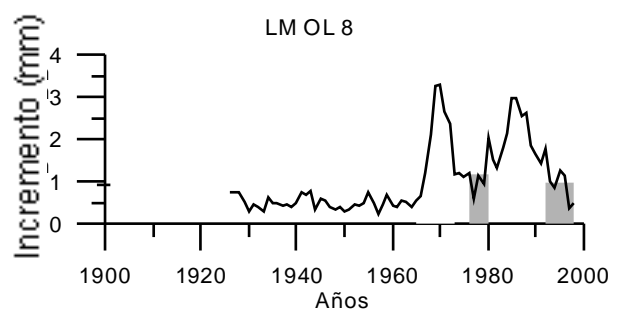
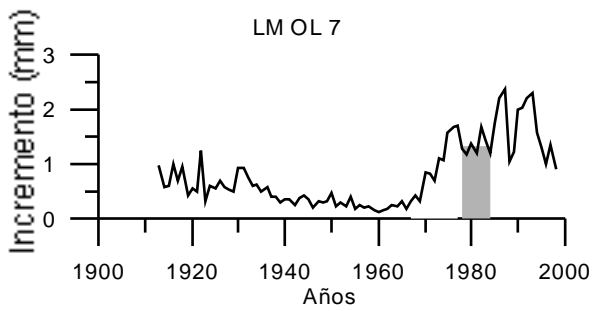
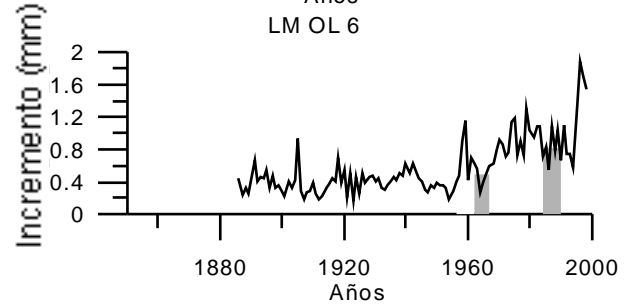
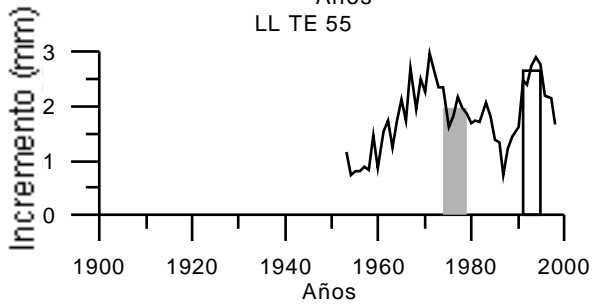
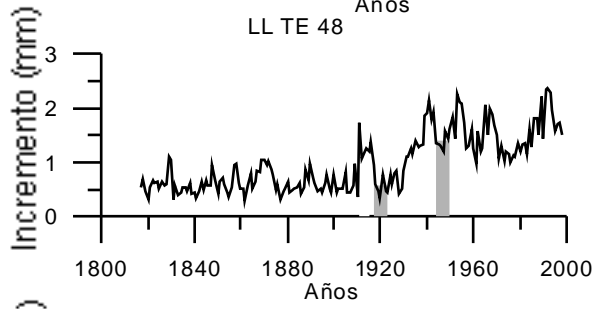
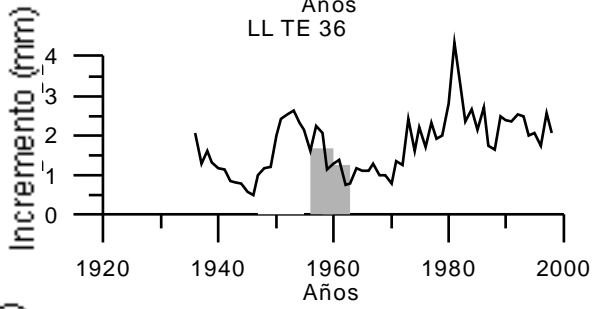
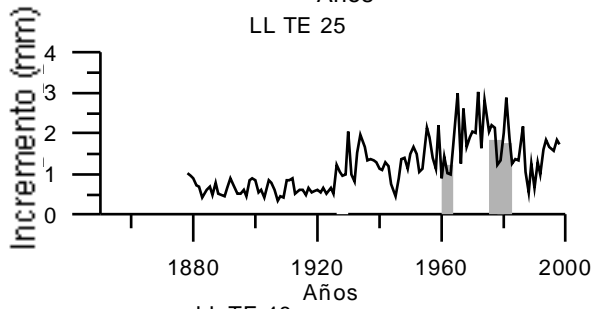
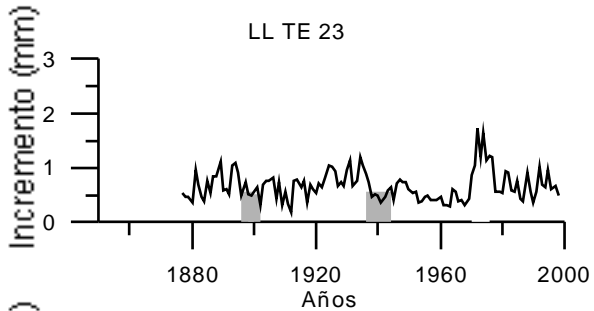
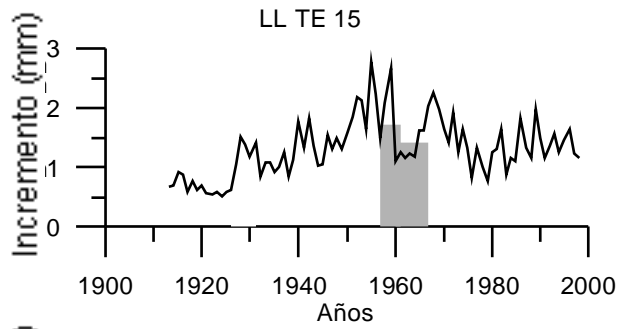
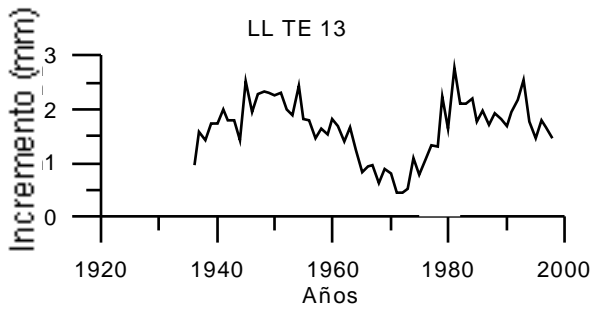


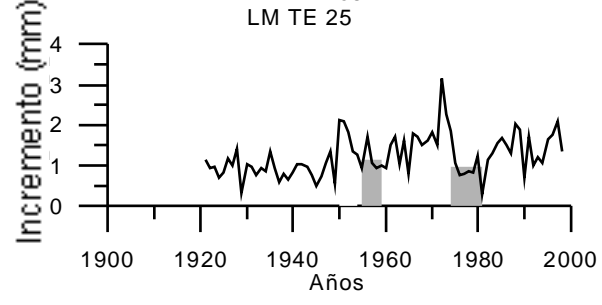
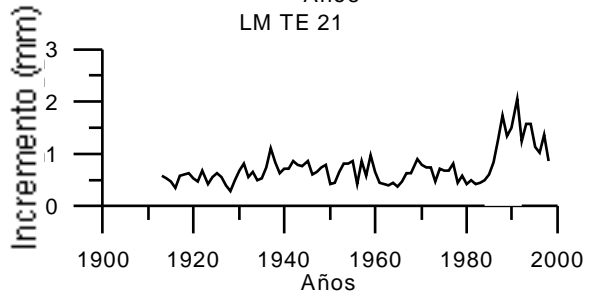
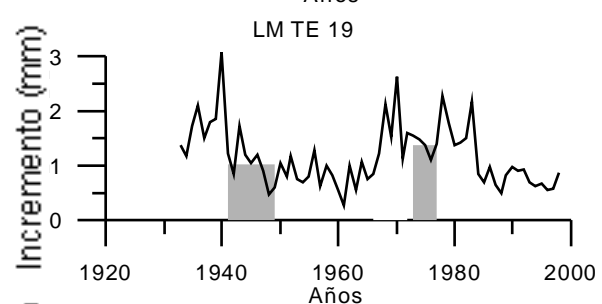
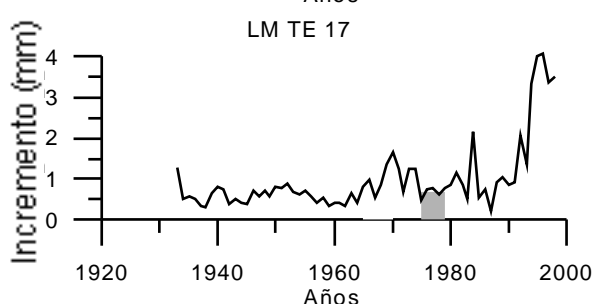
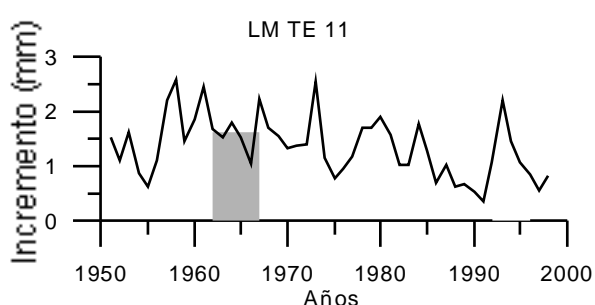
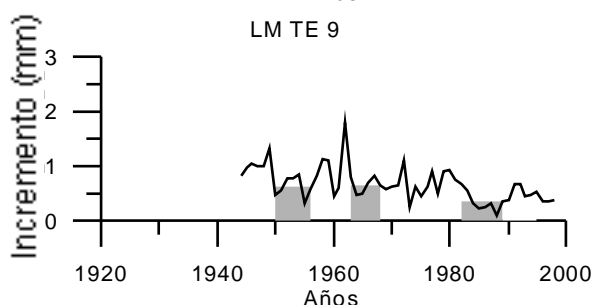
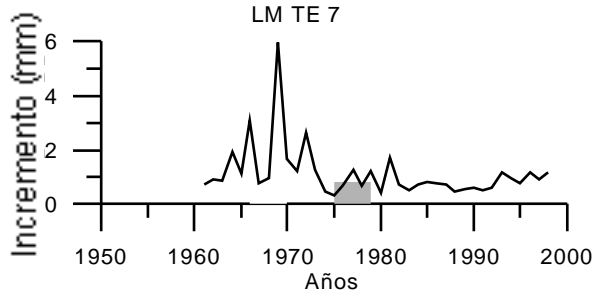
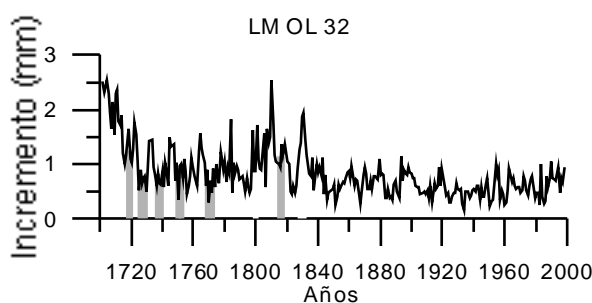
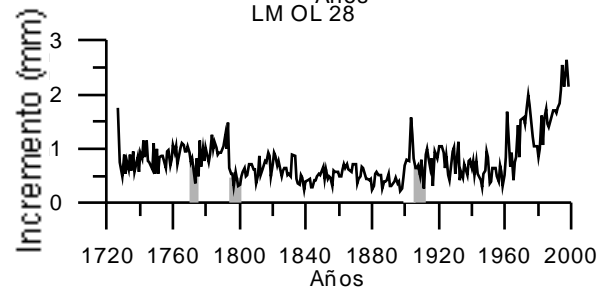
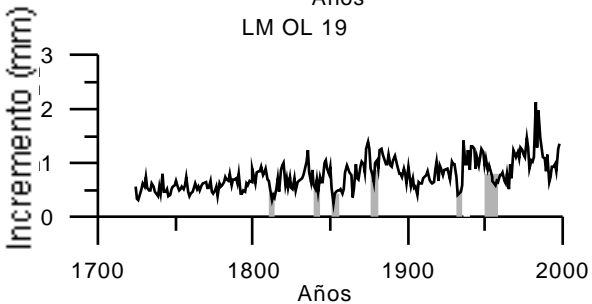
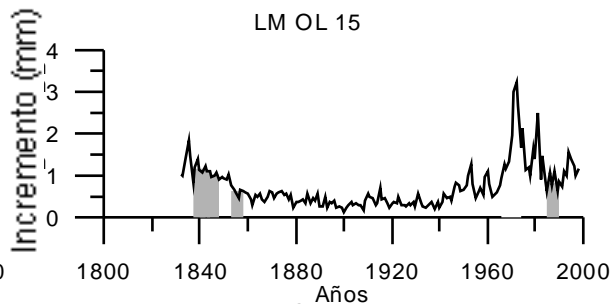
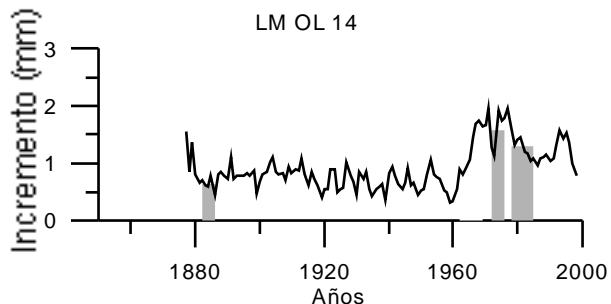


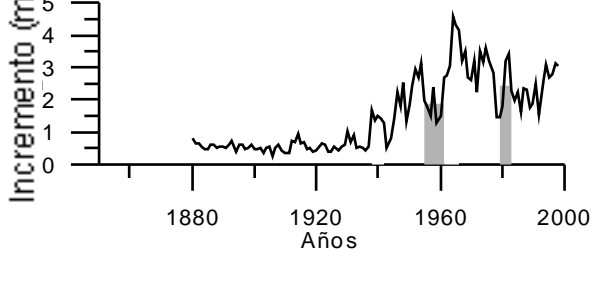
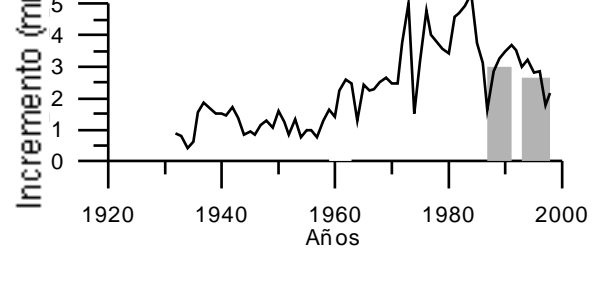
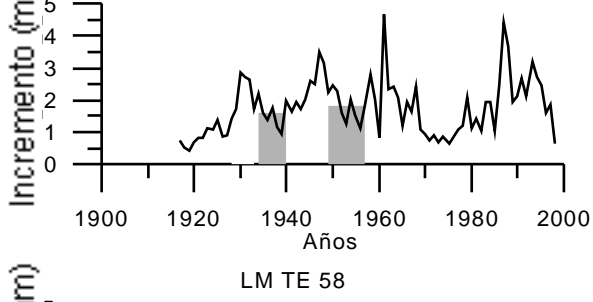
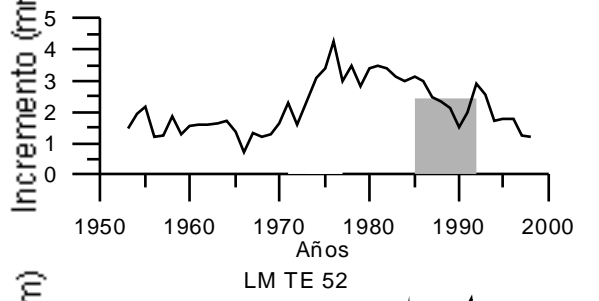
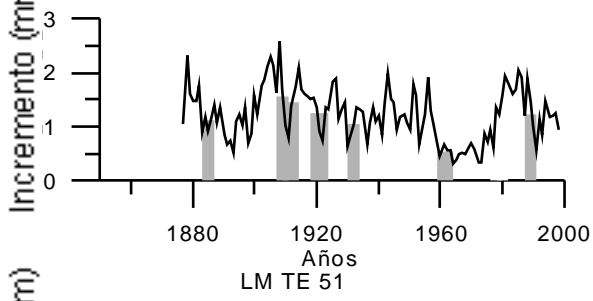
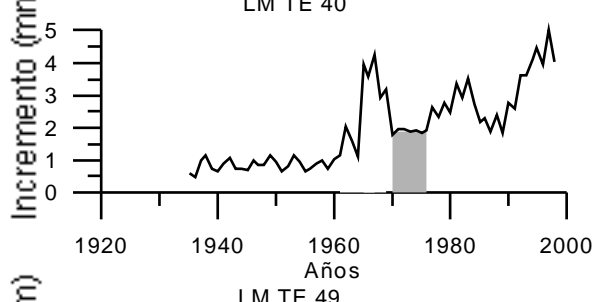
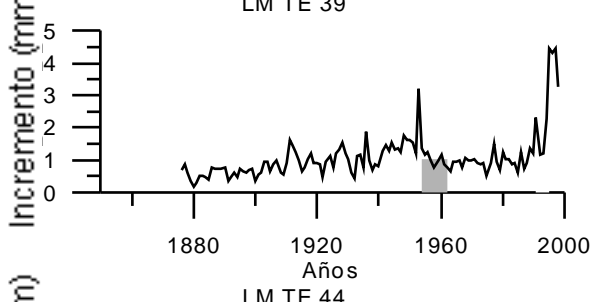
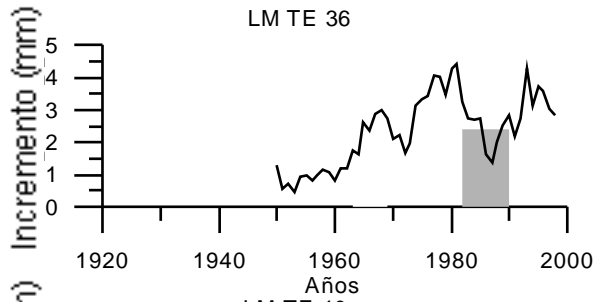
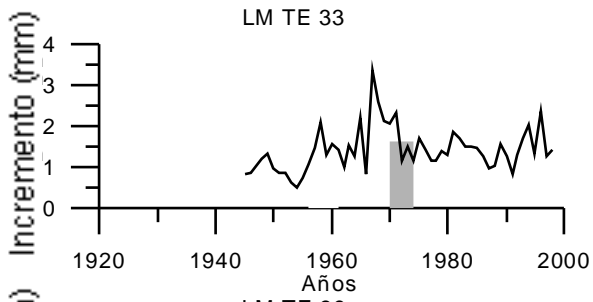
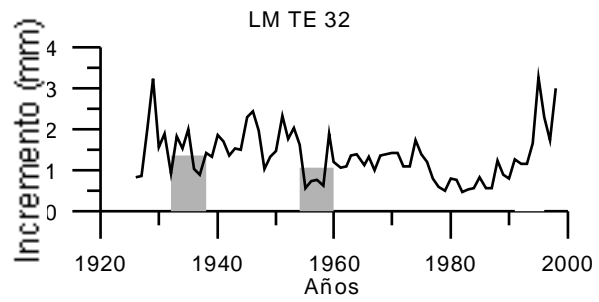
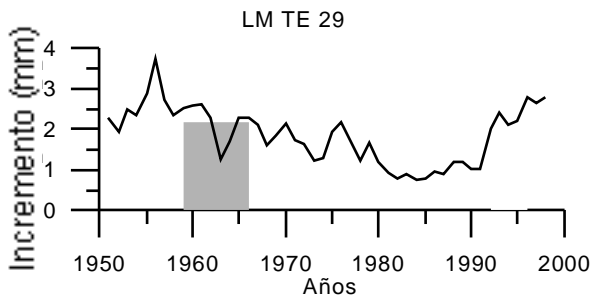


Patrón de acceso al dosel 3









Patrón de acceso al dosel 4

