

## HISTORIA VEGETAL RECIENTE EN PATAGONIA OCCIDENTAL. ANÁLISIS PALINOLÓGICO DE LAGUNA CEA (45°40'S, 72°14'W), COYHAIQUE, CHILE

**Mauricio J. Rondanelli-Reyes<sup>1,2,3</sup>, J. Max Troncoso-Castro<sup>1</sup> y Carolina A. León<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Laboratorio de Palinología y Ecología Vegetal, Departamento de Ciencias y Tecnología Vegetal, Universidad de Concepción, Campus Los Angeles, Chile. <sup>2</sup>Grupo de Estudios Silvoecológicos (G.E.S.E.), Universidad de Concepción, Campus Los Angeles, Chile. <sup>3</sup>Investigador asociado al Centro de Investigación en Estudios Patagónicos (C.I.E.P.), Universidad de Concepción, Chile. <sup>4</sup>Becaria CONICYT-Chile, Universidad Complutense de Madrid, España. Correo electrónico: [mrondane@udec.cl](mailto:mrondane@udec.cl)

---

### RESUMEN

Se realiza un análisis palinológico a una sección sedimentaria proveniente de Laguna Cea, ubicada en la subcuenca del río Simpson, en la región de Coyhaique, sur de Chile. El registro polínico muestra la evolución en el paisaje desde un ecosistema boscoso dominado por fagáceas a un ecosistema de pradera donde predominan especies del matorral bajo, como los calafates (Berberidaceae); del estrato herbáceo, como gramíneas (Poaceae) y de vegetación hidrófila, del tipo palustre (Cyperaceae). La transición de este cambio en la composición vegetal se registra aproximadamente unos 100 años antes del presente (AP), coincidiendo con la mitad del siglo XIX, época que marca el inicio de la llegada de colonos a la zona y el consecuente despeje del territorio para asentamiento y crianza de ganado. El registro polínico evidencia la presencia de fuego en el sedimento a través de micropartículas de carbón, lo que sugiere que el paisaje actual de la región habría estado bajo influencia de carácter antrópica.

**Palabras clave:** palinología, Patagonia occidental chilena, historia de la vegetación, impacto humano.

### ABSTRACT

A palynological analysis was performed on the sedimentary cover of Laguna Cea, located in the subbasin of the Simpson River in the Coyhaique region of southern Chile. The pollen record shows a landscape evolution from a woodland-type ecosystem covered by Nothofagaceae (*Nothofagus antarctica*/*N. dombeyi*) to a meadow-type ecosystem in which low brush such as calafate (Berberidaceae), herbaceous layers such as different types of grasses (Poaceae), and hydrophilic vegetation such as marsh plants (Cyperaceae) may be found. This structural change in vegetation occurred approximately 120 years before present (BP) and coincided with the middle of the XIX Century, the epoch which marks the beginning of colonial settlements and the consequent clearing and livestock grazing. The palynological record supports the occurrence of fire through charcoal

particles in the sediments analyzed for the aforementioned period, which suggests that current variation in the landscape of the region has been influenced by anthropic action.

**Key words:** Chilean west Patagonia, history of vegetation, human impact, palynology.

## INTRODUCCIÓN

La cuenca hidrográfica del río Aysén es un complejo sistema hidrológico de la región homónima de Chile, que se extiende entre los paralelos 45°S y 46°16'S y entre los meridianos 71°20'W y 73°W, abarcando una superficie de 11 456 km<sup>2</sup>, una altitud máxima de 2 227 m y una longitud máxima del río de 224 km (Oyarzo, 2005).

Las principales actividades económicas desarrolladas por la población (agropecuaria, silvícola, turística) están muy relacionadas a este sistema hidrológico, en especial el rubro turístico, en donde destaca particularmente la pesca deportiva, que en los últimos años ha mostrado un gran desarrollo (Patagonia Aysén, 2006). Esta área geográfica concentra además, la mayor cantidad de asentamiento poblacional de la región norte de la Patagonia occidental de Chile austral. Es por estas mismas razones que se convierte en un área vulnerable a los efectos perturbadores del hombre, lo que hace necesario comprender, entre otros aspectos, la dinámica histórica del ecosistema para evaluar los efectos ambientales en él y contribuir a la evaluación de un modelo de gestión sustentable del territorio y de sus recursos.

El análisis de polen, tanto fósil como reciente, ha resultado una herramienta

fructífera para entender la dinámica histórica, pasada y actual, de los bosques chilenos (Rondanelli, 2001a). Desde las investigaciones pioneras en Chile realizadas por Auer (1958) hasta los estudios de Heusser (1994, 1998), Heusser *et al.* (1988), Villagrán (1988, 1991), Villagrán *et al.* (1998), Moreno (2004), Moreno y León (2003), Rondanelli (2000, 2001a, 2001b), Valero-Garcés *et al.* (2005), Villa-Martínez *et al.* (2003), Villa-Martínez y Moreno (2007), entre otros, se ha demostrado la validez del método en la interpretación de las variables que condicionan el comportamiento de los ecosistemas a través de la historia reciente del planeta, pudiendo reconstruirse las secuencias cronológicas de regímenes de temperaturas y precipitaciones, determinando ciclos glaciales e interglaciales; de perturbaciones catastróficas cíclicas, del tipo volcánicas, e incluyendo las consecuencias de la intervención antrópica como variable de estrés operante sobre el ecosistema vegetal.

El estudio palinológico que evidencia el comportamiento de los taxa vegetales a través del tiempo, complementado con investigaciones sedimentológicas, geomorfológicas y climatológicas permite describir, sobre la base de cronologías ciertas, el comportamiento de la vegetación en ambientes de depositación conocidos, y con ello, elaborar modelos predictivos de gestión sustentable para un ecosistema particular. Bajo esta consideración, el objetivo de la presente investigación palinológica, realizada a través del análisis de un perfil estratigráfico obtenido en el ecosistema de Laguna Cea, en la subcuenca del río Simpson, región de Aysén, se enmarca en la primera parte de la hipótesis propuesta y pretende determinar el comportamiento

vegetacional de este ecosistema austral para los últimos 200 años de historia.

## MATERIAL Y MÉTODOS

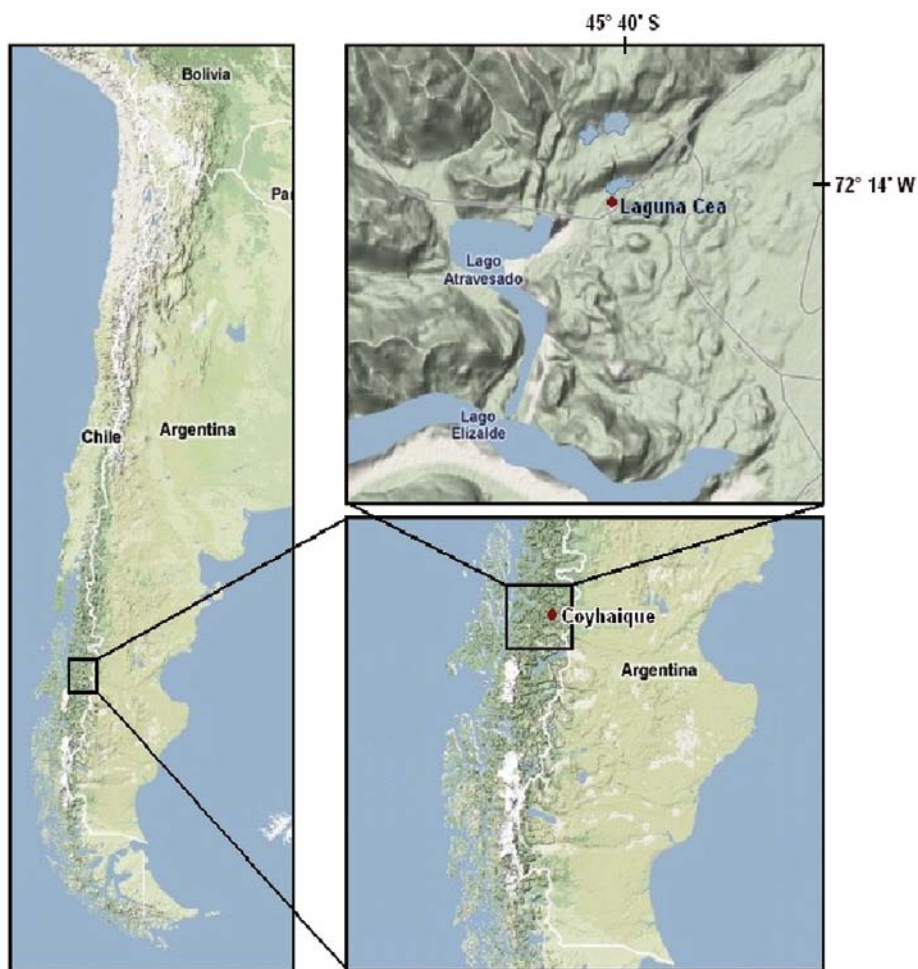
### Área de estudio

La hoya hidrográfica del río Aysén se caracteriza por la abundancia de precipitaciones (entre 1 300 y 1 400 mm anuales) y la gran disponibilidad de recursos hídricos que se manifiesta en la presencia de numerosos lagos y ríos (Silva *et al.*, 1999). Las subcuencas más importantes de la hoya hidrológica del río Aysén son la subcuenca del río Blanco, la del río Mañihuales, la del río los Palos y la del río Simpson. Esta última subcuenca cubre el 32% del total de la cuenca del río Aysén y abarca desde la junta de los ríos Huemules y Blanco hasta la junta del río Simpson con el río Mañihuales, incluyendo la hoya del río Coyhaique (Dirección General de Aguas-DGA, 2004). Esta subcuenca ha sido categorizada como perteneciente a la ecorregión templada intermedia de la región de Aysén, que corresponde a áreas intermontanas de la vertiente oriental de la Cordillera de los Andes, ubicada a la sombra de las lluvias, donde predominan las praderas naturalizadas (Silva *et al.*, 1999).

Laguna Cea (45°40'S, 72°14'W) (Fig. 1) es un cuerpo lacustre de 23 hectáreas de extensión (Delgado y Yarrow, 2005), ubicado en el valle del río Simpson y conectado con el mismo a través del estero El Desagüe. Bioclimáticamente se caracteriza por sus valles que tienen temperaturas medias estivales de entre 12 a 14°C y temperaturas medias en invierno de entre 2 y 3°C. La precipitación anual promedio no supera los 900 mm. (Silva *et al.*, 1999).

En este valle son dominantes las terrazas aluviales de topografía plana a ligeramente ondulada que corresponden a antiguos lechos de ríos y arroyos, así como cuencas lacustres en colmatación, denominadas “mallines” (Gajardo, 1995; Silva *et al.*, 1999). Los suelos se han formado a partir de la acumulación de cenizas volcánicas recientes.

En Laguna Cea se presentan napas freáticas altas, en donde la vegetación herbácea es la predominante y el bosque es de tipo ecotonal remitido a las zonas en donde el suelo alcanza mayor desarrollo y marca categóricamente el inicio de un nuevo tipo de paisaje. La topografía indica problemas de drenaje, aunque sin evidencias de sitios anegados, los cuales se remiten sólo a las cercanías del espejo de agua (Silva *et al.*, 1999). La vegetación está representada por especies de hábito cespitoso principalmente, ciperáceas y juncáceas, en menor proporción, gramíneas y leguminosas. La cobertura arbustiva es muy escasa y está representada por romerillo (*Baccharis racemosa* (R. et P.) DC) y ñirre (*Nothofagus antarctica* (G. Forster) Oersted). El bosque, en este caso representado por *N. antarctica*, se encuentra ubicado en la periferia de la terraza asociado a suelo de mayor desarrollo y humedad, con formación de humus (Gajardo, 1995; Silva *et al.*, 1999). Las especies con mayor probabilidad de ocurrencia en el sitio de muestreo de Laguna Cea son el junquillo (*Juncus procerus* (E. Meyer) y algunas especies de cortadera (*Carex gayana* (E. Desv.), *Carex darwinii* (Boott)), acompañadas de pimpinelas o cadillos (*Acaena magellanica* (Lam.) Vahl, *Acaena Leptacantha* Phil.), romerillo, trébol (*Trifolium dubium* Sibth.), core-core



**Fig. 1.** Área de estudio. Laguna Cea, Chile. (45°40'S, 72°14'W).

(*Geranium core-core* Steud.) y el helecho pinque (*Blechnum penna-marina* (Poiret) Kuhn), (Rondanelli *et al.*, 2007). Delgado y Yarrow (2005) mencionan además, la presencia de especies nativas como el tepú (*Tepualia stipularis* (H. *et al.*) Griseb), coihue (*Nothofagus dombeyi* (Mirbel) Oersted), colihue (*Chusquea culeou* E. Desv.) y notro (*Embothrium coccineum* J.R. *et G.* Forster).

### Sondaje y análisis de laboratorio

Para obtener el perfil estratigráfico se realizó un sondaje de 1 m de profundidad en la rivera oriental de desagüe de la laguna, con ayuda de una sonda Livingstone. Se analizó la totalidad del perfil, analizando los sedimentos cada 5 cm, de base a techo. Las muestras fueron procesadas, para análisis palinológico, bajo la metodología clásica de Faegri e Iversen (1975). Al sedimento seco se le añadió HCl con una concentración del 10% de añadiendo dos tabletas de *Lycopodium* como marcador foráneo para el cálculo de la concentración polínica en granos por gramo de sedimento seco (Stockmarr, 1971). Para realizar el análisis microscópico se montó una alícuota del concentrado polínico, de volumen conocido, en gelatina-glicerinada.

La identificación de los granos de polen se realizó con ayuda de los manuales polínicos de Heusser (1971) y Markgraf & D'Antoni (1978), especializados en la vegetación nativa de Chile y Argentina, respectivamente. Además, se utilizó como material de referencia la palinoteca del Laboratorio de Palinología y Ecología vegetal del Departamento de Ciencias y Tecnología Vegetal de la Universidad de Concepción, Campus Los Angeles,

Chile. El recuento polínico se realizó bajo microscopio óptico (con aumentos 10x y 40x), se contaron como mínimo 300 granos de polen por preparación, siguiendo el método de área mínima utilizado en los estudios de comunidades vegetacionales, adaptado al recuento polínico por Bianchi y D'Antoni (1986). Se contabilizaron las micropartículas de carbón que presentaran tamaños de más de 50  $\mu\text{m}$ . Los preparados palinológicos fueron depositados en el Laboratorio de Palinología y Ecología Vegetal antes indicado. Los recuentos polínicos se organizaron en una matriz de datos, expresando los valores de los tipos polínicos en porcentajes. Éstos fueron calculados sobre la suma total de la que se excluyeron las esporas de hongos y helechos y las micropartículas de carbón, para evitar su sobrerrepresentación en el perfil. Con ayuda del Programa Coniss-TILIA, específico para palinología (Grimm, 1987), se construyó el diagrama polínico con un dendrograma de asociatividad florística, además se realizó un análisis de correspondencia con el Programa C2 (Juggins, 2003), para representar las categorías de las dos variables en un espacio de pequeña dimensión y que permite interpretar las similitudes entre las muestras y los taxa polínicos. El testigo fue analizado sedimentológicamente y fechado radiocarbónicamente. El estudio sedimentológico fue realizado en el Laboratorio de Física de Suelos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Concepción, siendo observado el perfil bajo ojo desnudo y por disgregación manual estableciendo las texturas que se presentan en la Fig. 2. La determinación de edad está basada en la espectrometría de acelerador de masa (AMS)  $^{14}\text{C}$ . El fechado se realizó en el Laboratorio Beta Analytic de USA

y se expresa en edad calibrada  $^{14}\text{C}$  antes del presente (cal. años AP), utilizando el software 5.0.2 CALIB (Stuiver *et al.* 2005) y calibrado con la curva de calibración del Hemisferio Sur (SHCal04) (McCormac *et al.* 2004) (tabla 1).

## RESULTADOS

El registro polínico de Laguna Cea (Fig. 3) presenta una diversidad de 24 taxa determinados, donde se observa la dominancia de los tipos polínicos *Nothofagus* tipo *antarctica/dombeyi* y de gramíneas. Al diagrama polínico resultante, de concentración relativa, se le aplicó el programa CONISS (Grimm, 1987) para la elaboración de un dendrograma de asociación polínica, complementado con un análisis de correspondencia (Figs. 4a y 4b) donde se muestra el agrupamiento de las muestras, todo lo cual permitió establecer para el diagrama dos grandes zonas polínicas, de base a techo del perfil, que se describen a continuación:

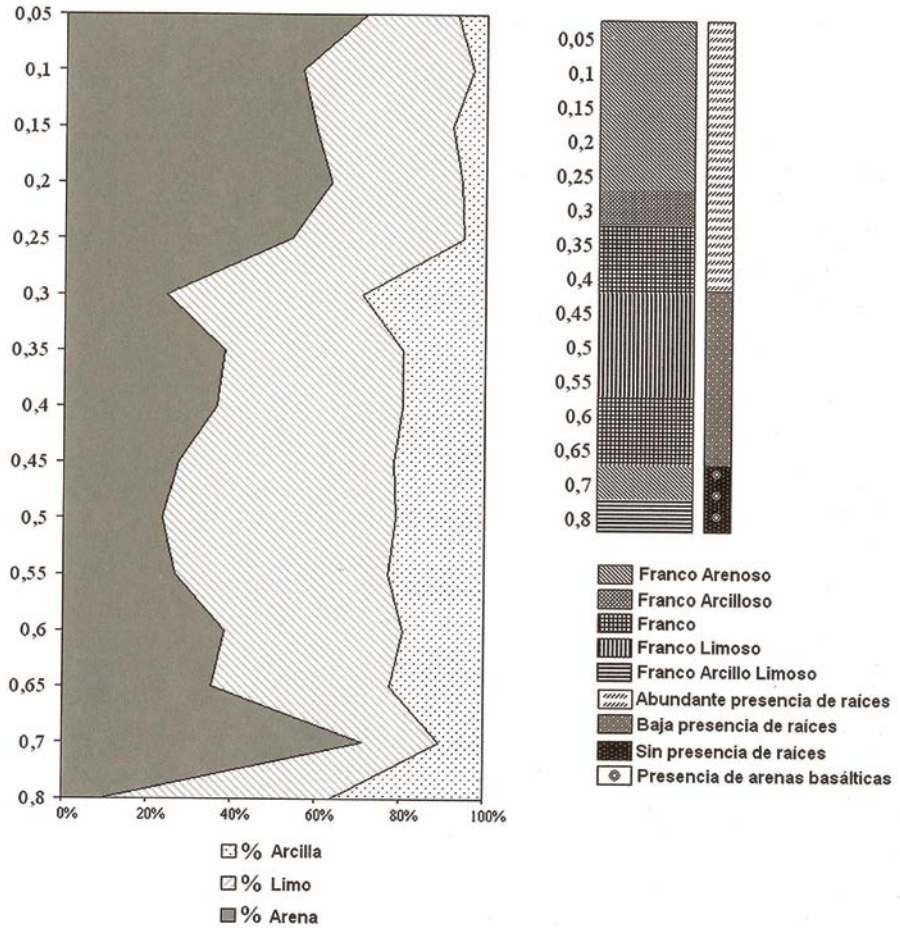
**ZONA C I:** 80-35 cm. La base del perfil muestra un alto porcentaje del parataxón polínico *Nothofagus* tipo *antarctica/dombeyi* (55-60%) y de Poaceae (25%), seguido por los taxa arbóreos Podocarpaceae (7-8%) y Cupressaceae (6-9%). Hacia el techo de la zona I se destacan por su abundancia relativa, polen de Berberidaceae (10-14%) junto con la presencia de los indicadores polínicos acuáticos *Isoetes savatieri* Franchet (2.7-3%) y *Myriophyllum elatinooides* Gaud. (2.9-3.4%).

**ZONA C II:** 35-0 cm. Esta zona está dominada por polen de Cyperaceae (25-30%). El componente arbóreo, de base a techo, disminuye. Poaceae (12-19%),

Berberidaceae (10-14%) y Apiaceae (4-8%) indican las abundancias más significativas después del porcentaje polínico de las ciperáceas. En el techo de la zona, que se corresponde con el techo del perfil, se observa una diversidad de taxa polínicos asociados a un componente mayoritariamente herbáceo, tales como Ericaceae, Cruciferae, Convolvulaceae, Caryophyllaceae, *Acaena* (Mutis ex L.), *Plantago* (L.), Asteraceae, Gunneraceae y Polygonaceae.

Dentro de los cambios de abundancia relativa más notorios de los taxa se encuentra el de *Nothofagus* tipo *antarctica/dombeyi*, con una marcada dominancia en la zona C1 y que posteriormente decrece en la zona C2, la cual está dominada a su vez, por un taxón palustre, Cyperaceae (Fig. 5). Este cambio significativo del perfil polínico representa la transición histórica entre la dominancia de un elemento vegetal arbóreo, asociado fuertemente a la estructura de bosque, y la dominancia de un elemento vegetal característico de la formación de pantano.

Este cambio en la composición polínica del diagrama, detectado a 35 cm de profundidad, está acompañado a su vez de un cambio en la litología de los sedimentos (Fig. 2), los cuales hasta esta profundidad, de base a techo, revelan la dominancia de un suelo limo-arcilloso característico del componente edáfico que es propio de la formación de bosque (Donoso y Lara, 1998). Posteriormente, el sedimento dominante es del tipo areno-limoso, característico de la sedimentación en ambiente lacustre, en áreas más denudadas de vegetación (Rondanelli, 2001a, b). La profundidad del perfil en donde ocurren estos cambios se corresponde con una edad calibrada



**Fig. 2.** Análisis de texturas de los sedimentos del perfil Laguna Cea. En el eje X se indican los porcentajes de participación de cada textura sedimentológica y en el eje Y, los niveles analizados del perfil.

**Tabla 1.** Fechado radiocarbónico (AMS) del perfil polínico Laguna Cea (45°40'S, 72°4W).

Datación	Profundidad (cm)	Laboratorio	Años <sup>14</sup> C AP	Años (cal. AP) (P>95%, 2σ)	δ13C ‰	Material
1	35	Beta-225429	140 +/- 40	120 +/- 40	0.0	Carbón

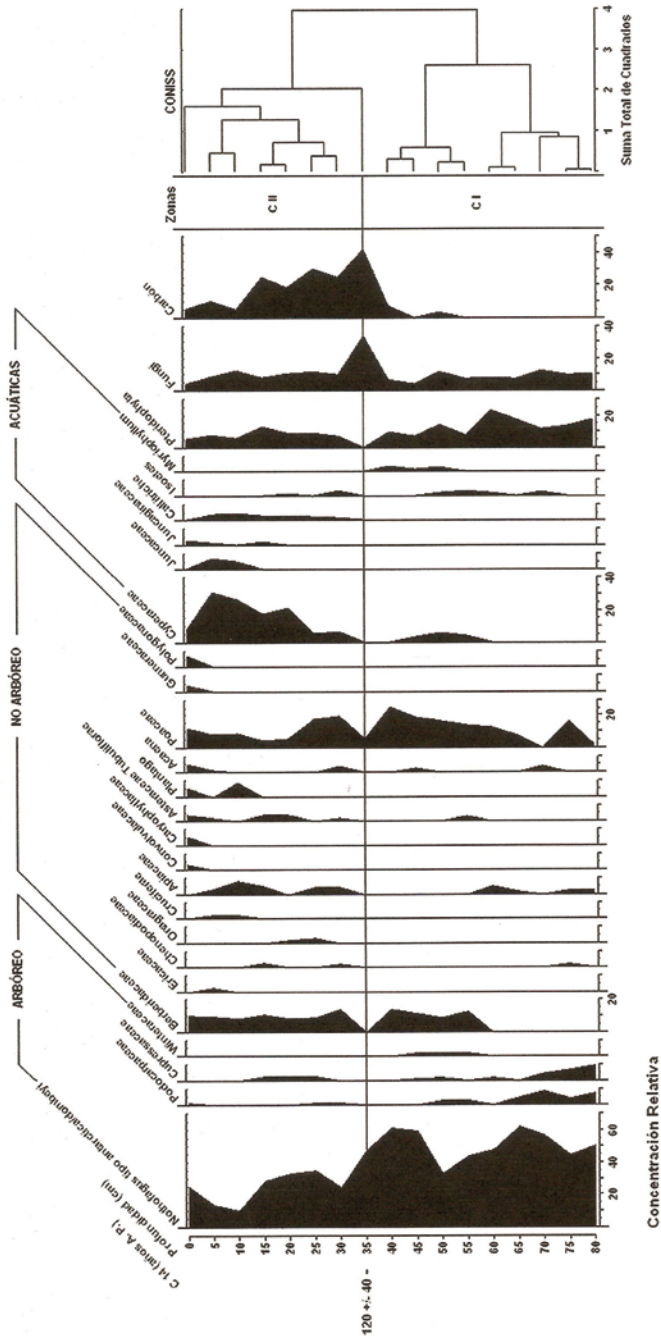
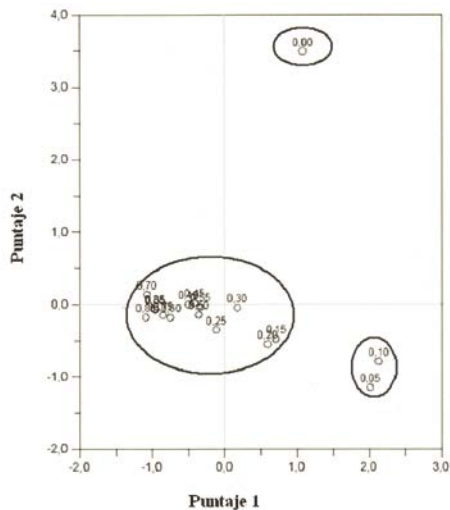
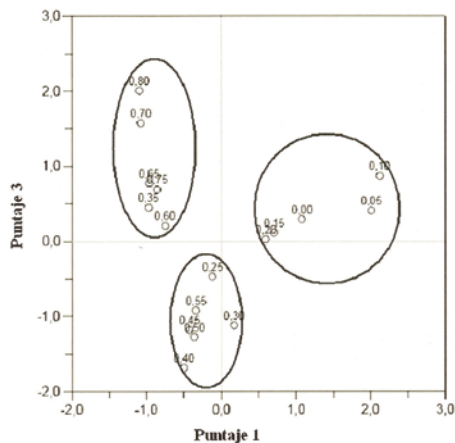


Fig. 3. Diagrama de polen y de partículas de carbón, en porcentajes, de Laguna Cea (45°40'S, 72°14'W), Coyhaique, Chile.





**Fig. 4a.** Análisis de correspondencia del componente 1 v/s componente 2 para el perfil polínico Laguna Cea. Los números corresponden a los niveles de profundidad analizados.



**Fig. 4b.** Análisis de correspondencia del componente 1 v/s componente 3 para el perfil polínico Laguna Cea. Los números corresponden a los niveles de profundidad analizados.

de aproximadamente 120 años AP (tabla 1), que en años calendario nos remite aproximadamente a la mitad del siglo XIX, periodo documentado en la historia de Chile que marca la llegada e inicio de la intervención antrópica en esta región (Steffen, 1910; Ibáñez, 1973).

## DISCUSIÓN

Los resultados palinológicos para Laguna Cea evidencian una evolución en el paisaje vegetal desde un ecosistema boscoso compuesto por nothofagáceas, cupresáceas y podocarpaceas, a un ecosistema actual de tipo pradera, dominado por especies del matorral bajo, como berberidáceas y del estrato herbáceo, como las gramí-

neas. El perfil analizado se zonificó empleando dos criterios: uno de ellos, sustentado en el comportamiento social de la vegetación y el otro, otorgado por la herramienta estadística del dendrograma y el análisis de correspondencia, en donde ambos, complementariamente, permiten fundamentar de mejor manera el agrupamiento de las muestras que presentaban mayor similitud en abundancia lo que permite discriminar en dónde se manifiestan los cambios en la composición vegetal, estableciendo así el límite de la zonación.

Las profundidades se agrupan por similitud de abundancia (Figs. 4a y 4b), como es el caso de las profundidades entre 60 y 80

cm; 30 cm; 40 cm; 45 cm y entre 25 y 5 cm. Sin embargo, las muestras colectadas a 1 cm y 35 cm muestran diferencias en el comportamiento de la prueba estadística aplicada, lo que se puede explicar porque la muestra de 1 cm es la más superficial del perfil y se corresponde con una depositación *in situ* del polen actual que llega a la subcuena como resultado de un transporte a través de diversos agentes dispersores, no necesariamente locales, como por ejemplo el hombre y el ganado, que pueden llegar a constituir variables extrarregionales importantes en la determinación de una diversidad polínica diferente a la de tiempos históricos pasados, en donde el paisaje era más pristino y por lo tanto las variables que afectaban la dispersión de polen eran más restringidas. Por su parte, la muestra colectada a la profundidad de 35 cm, cuya fecha se corresponde aproximadamente al año 1850 AD, debería su comportamiento estadístico al hecho de que coincide con un periodo histórico que marca el decrecimiento del bosque en el ecosistema producto de la llegada de los colonos a la región de Aysén y consecuentemente con ello, el principio de fuegos extensos para el despeje de áreas destinadas al asentamiento humano y la ganadería (Pomar, 1923). La construcción del dendrograma aplicando CONISS-Tilia, que tiene como restricción estadística mantener el orden de la secuencia temporal de las muestras, apoya el análisis de componentes principales aplicado a las muestras polínicas del perfil Cea. La información palinológica del perfil, posterior a 1850, no sólo evidencia el cambio en las abundancias relativas entre el bosque y la pradera, sino que también revela el inicio de la presencia de partículas de carbón en los sedimentos,

lo que refuerza la idea del uso de fuego; situación ya documentada para periodos contemporáneos en otras regiones de la Patagonia occidental (Heusser, 1995; Rondanelli, 2001a, Villa-Martínez y Moreno, 2007).

Para la interpretación botánica y ecológica del diagrama de polen de Laguna Cea, establecida la zonación polínica, vemos que para la zona C I del perfil el registro polínico presenta una gran abundancia del parataxón *Nothofagus* tipo *antarctica/dombeyi* (55-60%), con presencia además, de taxa arbóreos como *podocarpáceas* y *cupresáceas*; esta situación junto a la mínima participación del elemento arbustivo, indican un ambiente de bosque más bien cerrado en la base del perfil. Desafortunadamente, no se dispone de un fechado radiocarbónico para la base; sin embargo, y fundamentándonos sólo en la fuente histórica, se podría asumir que esta estructura de bosque cerrado, evidenciada por el análisis polínico, es anterior al año 1850, época en que la región estaba prácticamente sin influencia alóctona (Pomar, 1923; Ibáñez, 1973). La presencia de los taxa *Isoetes* y *Myriophyllum* hacia el techo de la zona C I indica la existencia de cuerpos de agua episódicos producto probablemente de los procesos naturales de transgresión y regresión del espejo de agua lacustre a causa del anegamiento edáfico por lluvias intensivas ocasionales, generalmente presentes en época de estío. La espora *Isoetes* es un buen indicador de la existencia de cuerpos de agua episódicos (Rondanelli, 2000) por lo que puede establecerse para este periodo, el aumento de las precipitaciones estacionales en la región. El techo de la zona C I se corresponde con la inflexión de las curvas

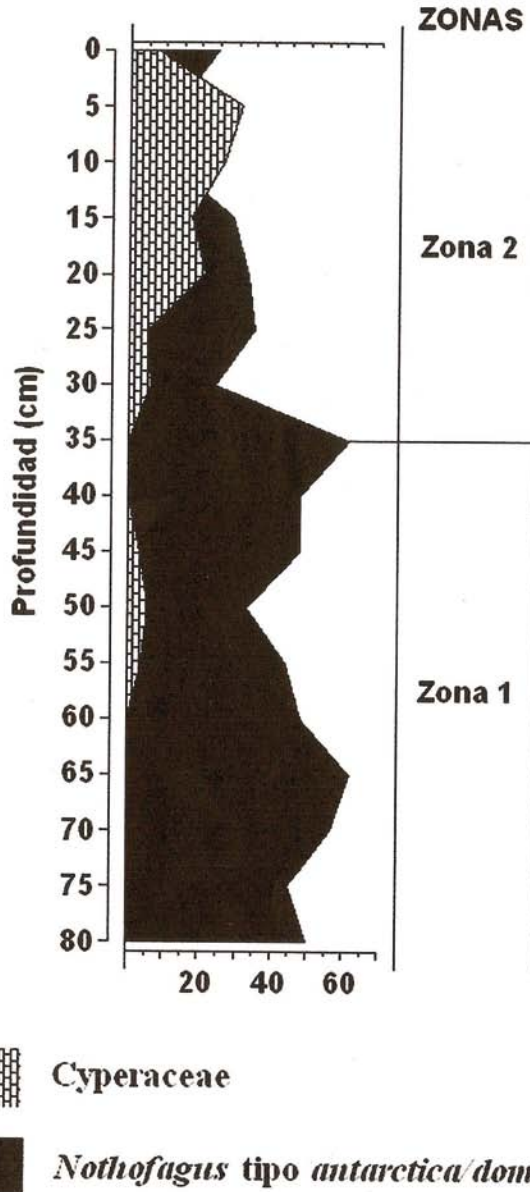
polínicas de *N.* tipo *antarctica/dombeyi* y Cyperaceae, lo que representa la transición entre el bosque y el pastizal, con presencia del componente lacustre (Fig. 5).

El ambiente acuático está bien representado en el perfil por el componente polínico determinado en la zona C II; se muestra una dominancia de Cyperaceae, seguida en menor proporción por Juncaceae, Juncaginaceae y *Callitriche* L.; las familias señaladas indican la presencia de un ecosistema palustre que se establece como ecotono entre el ambiente acuático propiamente tal y el terrestre. *Callitriche* evidencia la condición anfibia entre ambos sistemas y su presencia en los sedimentos es además, un indicador de cierto grado de perturbación en el ecosistema, lo que favorece su aparición en el registro (Philbrick y Bernardello, 1992). Los taxa Berberidaceae (10-14%), Apiaceae (4-8%) y Poaceae (12-19%) presentes en la zona C II, son indicadores polínicos de un ambiente más bien frío y seco, que favorece la apertura del bosque (Heusser *et al.*, 1988; Rondanelli, 2001). Otra característica palinológica evidenciada en la zona C II del perfil, es la presencia de los taxa Ericaceae, Cruciferae, Convolvulaceae, Caryophyllaceae, Asteraceae, y de los géneros *Acaena* y *Plantago*, hacia el techo de esta zona, que indican un ecosistema supeditado a la acción antrópica (Heusser, 1998; Rondanelli 2001a, b; Villa-Martínez y Moreno, 2007) y que van estructurando un paisaje que es cada vez más dependiente de esta variable que de un comportamiento climático local.

La presencia de partículas de carbón en los sedimentos de la zona polínica C II, asociada al desmedro del componente boscoso y a la

expansión de la pradera, evidenciados en el diagrama polínico, refuerzan la hipótesis del efecto antrópico sobre la vegetación del ecosistema, asociado al uso del fuego, provocado para facilitar el establecimiento poblacional y las actividades agrícolas y ganaderas derivadas de él. Si bien, la diferenciación entre causas de incendio por actividad antrópica y aquellas que son producto de efecto climático ha sido descrita como de no fácil discernimiento (Huber *et al.*, 2004), en la medida que el análisis se acerca a periodos de la época reciente y con la ayuda del testimonio histórico escrito, este proceso se facilita (Quintanilla, 2008).

La reconstrucción de una dinámica histórica reciente de la vegetación en este ecosistema se ve particularmente desfavorecida producto de los escasos estudios paleobiológicos en el área; sin embargo, algunas investigaciones en palinología actual, del tipo lluvia de polen, efectuadas en la región de los fiordos, en el archipiélago de Los Chonos y península de Taitao (Haberle y Bennett, 2001), han demostrado que el componente arbóreo es dominante por sobre los otros estratos del dosel, situación que es significativa si se considera que estos ecosistemas han permanecido prácticamente ajenos a la intervención humana colonizadora de la región y como tal, pueden establecerse como un modelo de contraste con la situación más continental, ejemplificada por el ecosistema de Coyhaique (I. Municipalidad de Coyhaique, 2007). No obstante, el factor climático que separa la región occidental de Aysén (más húmeda) de la región oriental (más seca), puede ser evidenciado en el diagrama polínico de Laguna Cea antes de 1850, en donde la configuración del paisaje estaba estructurada a la forma de un bosque



**Fig. 5.** Diagrama polínico resumido mostrando las abundancias relativas, comparativamente, entre Cyperaceae y el parataxón *Nothofagus* tipo *antarctica/dombeyi*. Los números en el eje X indican los respectivos porcentajes.

dominante por sobre los estratos vegetales inferiores del ecosistema y que no es sino posterior a esta fecha, coincidente con la incursión del hombre blanco en la zona, que el paisaje vegetacional comienza a cambiar hacia un ambiente de dominio de pradera. El desarrollo de un bosque cerrado exige precipitaciones abundantes y la formación de suelos orgánicos profundos; el ecosistema actual de Laguna Cea recibe precipitación abundante, principalmente a la forma de agua-nieve, no obstante, la formación de suelo se ve constantemente alterada por las faenas de uso agropecuario que hoy en día se realizan en la zona (Silva *et al.*, 1999). En relación a la estructura y composición de la vegetación actual de la zona en estudio ésta es concordante con la información palinológica del techo del perfil (Silva *et al.*, 1999; Rondanelli *et al.*, 2007).

En conclusión, estos resultados asociados al ecosistema intramontano patagónico de la región de Coyhaique, revelados por el análisis polínico de Laguna Cea, nos ponen en atención frente a la operatividad de la variable antrópica, constante y creciente en la zona de estudio, en los últimos doscientos años. Nuevas investigaciones afines se hacen necesarias para ir estableciendo si es que este efecto antrópico actúa con mayor efectividad que la variable climática en la modelación del paisaje y la estructuración de la vegetación; un elemento de importancia a la hora de considerar una planificación territorial, por ejemplo, en relación a los planes de conservación para los recursos vegetales naturales de un determinado ecosistema.

## AGRADECIMIENTOS

La presente investigación ha sido financiada por el proyecto del Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología de Chile-FONDECYT núm. 1050576. Los autores agradecen el apoyo logístico del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), de la región de Coyhaique y el trabajo en terreno de los ingenieros forestales Álvaro Lezana y Héctor Vásquez. Se agradecen los comentarios y sugerencias de los árbitros evaluadores.

## LITERATURA CITADA

- Auer., V., 1958. "The Pleistocene of Fuego-Patagonia. Part II. The history of the flora and vegetation". *Ann. Acad. Sci. Fenn. Ser. A.* **50**: 1-239.
- Bianchi., M., y H.D'Antoni, 1986. "Deposición del polen actual en los alrededores de Sierra de Los Padres (Pcia. de Buenos Aires)". p. 16-27. In *Contribuciones IV Congreso Argentino Paleontológico Bioestratigráfico*, Mendoza. 1986. Argentina.
- Delgado., L., and M. Yarrow, 2005. "Deliverable 1.4 report on: maps of land use and vegetation cover Aysén-Chile". Universidad de Chile, Santiago de Chile. Available at [http://antar.uchile.cl/proyectos/ecomanage/resultados/vegetacion\\_suelo\\_aisen.pdf](http://antar.uchile.cl/proyectos/ecomanage/resultados/vegetacion_suelo_aisen.pdf) Accessed 15 January 2007.
- Dirección General de Aguas-DGA, 2004. "Diagnóstico y clasificación de los cursos y cuerpos de agua según objetivos de calidad, Cuenca del Río Aysén". Dirección General de aguas,

- Chile. Disponible en [http://www.sinia.cl/1292/articles-31018\\_Aysen.pdf](http://www.sinia.cl/1292/articles-31018_Aysen.pdf) Leído el 18 enero de 2007.
- Donoso., C., y A. Lara, 1998. *Silvicultura de los bosques nativos de Chile*, 421 pp. Editorial Universitaria, Santiago, Chile.
- Faegri., K., and J. IVERSEN, 1975. *Textbook of Pollen analysis*. 195 pp. Munksgaard. Sweden.
- Gajardo., R., 1995. *La Vegetación Natural de Chile. Clasificación y distribución geográfica*. 105 pp. Editorial Universitaria, Santiago. Chile.
- Grimm, E., 1987. "Coniss: A fortran 77 Program for stratigraphically constrained Cluster analysis by the method of incremental sum of squares". *Computers Geosci.* **1**: 13-35.
- Haberle., S., and K. Bennett., 2001. "Modern pollen rain and lake mud-water interface geochemistry along environmental gradients in southern Chile". *Rev. Palaeobot. Palynol.*, **117**: 93-107.
- Heusser., C., 1971. "Pollen and spores of Chile. Modern types of the Pteridophyta, Gymnospermae and Angiospermae". 167 pp. Arizona University Press, Tucson, USA.
- , 1994. "Paleoindians and fire during the late Quaternary in southern South America". *Revista Chilena Hist. Nat.*, **67**: 435-443.
- Heusser., C., 1995. "Palaeoecology of a Donatia-Astellia cushion bog, Magellanic moorland-Subantarctic Evergreen forest transition, southern Tierra del Fuego, Argentina". *Rev. Palaeobot. Palynol.*, **89**: 429-440.
- , 1998. "Deglacial paleoclimate of the american sector of the Southern ocean: Late Glacial-Holocene records from the latitude of Canal Beagle (55°S), Argentine Tierra del Fuego". *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.*, **141**: 277-301.
- Heusser., C., J. Rabassa., A. Brandani., and R. Stuckenrath, 1988. "Late-Holocene vegetation of the andean Araucaria region, Province of Neuquén, Argentina". *Mountain Res. Developm.*, **8**: 53-63.
- Huber., U., V. Markgraf., and F. Schäbitz. "Geographical and temporal trends in Late Quaternary fire histories of Fuego-Patagonia, South America". *Quat. Sci. Rev.*, **23**: 1079-1097.
- Ibáñez., A., 1973. "La incorporación de Aisen a la vida nacional, 1902-1936". *Revista de Historia*, **11**: 259-378.
- I. Municipalidad de Coyhaique, 2007. "Coyhaique, algo de su historia". Disponible en <http://www.coyhaique.cl/historia.php> Leído el 5 de marzo de 2007.
- Juggins, S., 2003. "C2 User guide. Software for ecological and palaeoecological data, analysis and visualization". 69 pp. University of New Castle, New Castle. UK.

- McCormac, F.G., Hogg, A.G., Blackwell, P.G., Buck, C.E., Higham, T.F.G. and Reimer, P.J., 2004. "SHCal04 Southern Hemisphere Calibration 0-1000 cal BP". *Radiocarbon*, **46**: 1087-1092.
- Markgraf, V., and H. D'Antoni. "Pollen Flora of Argentina". 208 pp. University Arizona Press, Tucson. USA.
- Moreno., P., 2004. "Millennial-scale climate variability in northwest Patagonia during the last 15.000 yr". *J. Quatern. Sci.*, **19**: 35-47.
- Moreno., P., and A. León, 2003. "Abrupt vegetation changes during the last glacial to Holocene transition in mid-latitude South America". *J. Quatern. Sci.*, **18**: 787-800.
- Oyarzo., P., 2006. "Distribución espacial de la carga de nutrientes en la cuenca hidrográfica del río Aysén". P. Bachmann, L. Delgado y V. Marín (Eds.) *Hacia un manejo ecológico integrado de zonas costeras en Chile: Contribuciones del proyecto Ecomanage*. Universidad de Chile. Disponible en [http://ecosistemas.uchile.cl/ecomanage/documentos/ebooks/libro01/ecomanage\\_uchile.pdf](http://ecosistemas.uchile.cl/ecomanage/documentos/ebooks/libro01/ecomanage_uchile.pdf) Leído el 15 enero de 2007.
- Patagonia Aysén, 2006. "Estudio Impacto Económico-Social de la Industria del Turismo en la XI Región, Etapa I". Disponible en <http://www.patagoniaaysen.com/index.php> Leído el 12 enero de 2007.
- Philbrick, C., and L. Bernardello, 1992. "Taxonomic and geographic distribution of internal geitonogamy in new world Callitriche (Callitrichaceae)". *Am. J. Botany*, **79**(8): 887-890.
- Pomar, J., 1923. *La concesión del Aysén y el valle Simpson* (notas y recuerdos de un viaje de inspección en mayo y junio de 1920). 128 p. Imprenta Cervantes, Santiago, Chile.
- Quintanilla, P., Víctor, 2008. "Estado de recuperación del bosque nativo en una cuenca nordpatagónica de Chile, perturbada por grandes fuegos acaecidos 50 años atrás (44°-45°S)". *Rev. Geogr. Norte Gd* (On Line). **39**: 73-92. Disponible en: [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S071834022008000100006&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S071834022008000100006&lng=es&nrm=iso). ISSN 0718-3402.
- Rondanelli, M., 2000. "Historia vegetacional del bosque andino de Araucaria araucana (Molina) K. Koch, en la cuenca del Alto Valle del río Biobío, Provincia de Lonquimay, Chile centro-sur, durante el Holoceno. Análisis palinológico del perfil Miraflores 2". *Zbl. Geol.. Paläont.*, (7/8): 1041-1051.
- , 2001a. Historia de la vegetación andina en los valles de Alto Biobío y Lonquimay, Chile centro-sur (38°-39°S), durante el Holoceno. Estudio paleoecológico basado en el análisis de polen. 93 p. Tesis de doctorado en Ciencias Biológicas, Universidad de Concepción, Concepción, Chile.
- Rondanelli, M., 2001b. "Análisis palinológico del perfil "San Pedro", valle de Lonquimay, Andes de Chile

- centro-sur, durante el Holoceno tardío". *Revista Paleontológica Argentina*, **8**: 147-153.
- Rondanelli, M., A. Lezana, C. León y S. Navarrete-Moreno, 2007. "Descripción de la estructura y de la composición de la vegetación para ecosistemas de pastizal de la región templada intermedia de Aysén, XI Región, Chile". *Revista Geográfica de Chile, Terra Australis*, **51**: 191-204.
- Silva, F., M. Ahumada., y J. Cerda, 1999. "Guías de condición para los pastizales de la ecorregión templada intermedia de Aysén". 128 pp. Informe Técnico 8. Servicio Agrícola y Ganadero, Departamento de Protección de los Recursos Naturales Renovables, Aysén, Chile.
- Steffen, H., 1910."Relación de un viaje de exploración al río Aisen". pp. 73-180. *Viajes de exploración i estudio en la Patagonia occidental*, 1892-1902. Anales de la Universidad de Chile, Tomo segundo. 1910. Imprenta Cervantes, Santiago, Chile.
- Stockmarr, J., 1971. "Tablets with spores used in absolute pollen analysis". *Pollen et Spores*, **13**(4): 615-621.
- Stuiver, M., Reimer, P.J. and Reimer, R.W., 2005. "CALIB 5.0.2". <http://calib.qub.ac.uk/calib/>.
- Valero-Garcés, B., B. Jenny, M. Rondanelli, A. Delgado-Huertas, S. Burns, H. Veit. and A. Moreno, 2005. "Palaeohydrology of Laguna de Tagua-Tagua (34° 30'S) and moisture fluctuations in central Chile for the last 46.000 yr". *J. Quatern. Sci.*, **20**(7-8): 625-641.
- Villagrán, C., 1988. "Expansion of Magellanic Moorland during the Late Pleistocene. Palynological evidence from northern Isla de Chiloé, Chile". *Quat. Res.*, **30**: 304-314.
- , 1991. "Historia de los bosques templados del sur de Chile durante el Tardiglacial y postglacial". *Revista Chilena Hist. Nat.*, **64**: 447-460.
- Villagrán, C., C. LeQuesne., J.C. Aravena., H. Jiménez, and L. F. Hinojosa, 1998. "El rol de los cambios de clima del Cuaternario en la distribución actual de la vegetación de Chile central-sur". *Bamberger Geogr. Schriften*, **15**: 227-242.
- Villa-Martínez., R., C. Villagrán., and B. Jenny, 2003. "The last 7.500 cal yr. B.P. of westerly rainfall activity in Central Chile inferred from a high resolution pollen record from Laguna de Aculeo (lat. 34°S)". *Quat. Res.*, **60**: 284-293.
- Villa-Martínez., R. and P. Moreno, 2007. "Pollen evidence for variations in the southern margin of the westerly winds in SW Patagonia over the last 12.600 years". *Quat. Res.*, **68**: 400-409.

Recibido: 5 abril 2010. Aceptado: 6 mayo 2011.