

Rasgos bioclimáticos del territorio templado de Chile

por Javier AMIGO, Jesús IZCO, Santiago de Compostela,
y Manuel A. RODRIGUEZ GUITIÁN, Lugo

con 3 figuras y 3 tablas

En homenaje
a nuestro amigo
e innovador maestro

Abstract. Dealing with climatic data derived from 42 weather stations located in the Temperate Chilean territory and applying recent bioclimatic models based on RIVAS-MARTÍNEZ proposals (www.globalbioclimatics.org), climate-vegetation relations in the Chilean Temperate macrobioclimatic territory are synthesized, although striking shortage of stations which can reflect main climatic traits in mountainous areas is emphasized. Chilean temperate climate is featured by means of 3 conclusions derived from their peculiarity: strong oceanity. This character is the main reason of asymmetric distribution of vegetation, as well is direct causing of lower thermicity which can be quantified by the smaller effectiveness of summer; finally, it makes more difficult any arithmetical pattern about thresholds values between bioclimatic belts. Nevertheless we comment on validity of a native forest community as bioindicator of Orotemperate belt.

Keywords: bioclimate, oceanity, Humboldt Stream, positive temperature (T_p), continentality index (I_c), bioclimatic belts.

Introducción

La enorme extensión de Chile a lo largo de casi 40° de latitud del continente americano meridional más la porción antártica le permiten el participar de los 5 grandes tipos macrobioclimáticos que reconoce RIVAS-MARTÍNEZ (1993, online) en su modelización bioclimática. Dejando aparte el macrobioclima Polar, sólo reconocible en la porción chilena del continente Antártico, la estrecha franja del país chileno va extendiéndose en dirección nortesur, entre la cordillera andina y el océano Pacífico, desde el paralelo 17° sur hasta el 55° sur, y va pasando sucesivamente por los tipos climáticos Tropical, Mediterráneo, Templado y Boreal (AMIGO & RAMÍREZ, 1998).

Es también muy alta la diversidad de ombroclimas chilenos: se puede encontrar todo el abanico de regímenes de precipitación considerados en el modelo de RIVAS-MARTÍNEZ (op. cit.), desde el Ultrahiperárido en el norteño desierto de Atacama, hasta el Ultrahiperhúmedo en los fiordos e islas

de los canales que se extienden en la parte meridional, desde el paralelo 43° hacia el sur, y que lleva asociado grandes extensiones de la conocida en Geobotánica como Selva Valdiviana (Valdivian Rain Forest).

Diversos autores han presentado ensayos descriptivos de la diversidad climática chilena: HAYEK & DI CASTRI (1975), NOVOA & VILLASECA (1989), AMIGO & RAMÍREZ (op. cit.), LUEBERT & PLISCOFF (2005, 2006). Pero un factor limitante en todos estos estudios bioclimáticos es la escasez de estaciones en posición de cierta altitud que puedan reflejar las condiciones climáticas de media o alta montaña. La mayor parte de Chile (79% territorial) se reparte entre los climas Mediterráneo y Templado, incluyéndose en ella el 85% de sus estaciones meteorológicas; de éstas, un 75% está situado en altitudes por debajo de los 500 m (AMIGO & RAMÍREZ, 1998).

El rasgo más significativo que se puede resaltar al analizar globalmente el bioclima de Chile es su oceanidad, característica opuesta a la continentalidad que es el parámetro sobre el que numerosos autores han propuesto índices que lo expresen numéricamente (véase una recopilación en DEL RÍO, 2005). En la citada clasificación de RIVAS-MARTÍNEZ se utiliza un índice de continentalidad (Ic) calculado como la diferencia entre las temperaturas medias del mes más cálido y del mes más frío del año. En base a tal índice podemos catalogar las distintas estaciones meteorológicas conocidas de Chile según tramos concretos de valores de Ic, bien como Euhiperocéánicas (Ic: 4–8), bien como Subhiperoceánicas (Ic: 8–11); en un porcentaje minoritario se encuentran estaciones con régimen Semihiperocéánico (Ic: 11–14).

Un factor determinante para la interpretación del bioclima chileno es la geomorfología. A partir de la franja entre los paralelos 32°–33° hacia el sur empieza a configurarse un patrón de relieve que se mantendrá más o menos marcadamente hasta el 42°–43° sur: un perfil este-oeste en forma de “U” debido a la organización del relieve con una Cordillera de la Costa más o menos continua, un Valle o Depresión Central de baja altitud y fuertemente antropizado, y una Cordillera Andina en la parte oriental con altitudes mayores al norte que al sur pero siempre claramente superiores a las de la Cordillera de la Costa. A lo largo del Valle Central es donde se ubican la mayor parte de las estaciones meteorológicas y es comprensible por tanto que no consigan reflejar toda la diversidad de termo y ombroclimas que se pueden presentar en los relieves que forman los borde de esa “U”.

Partiendo de datos climáticos de una serie de estaciones distribuidas a lo largo del área chilena con macrobioclima Templado, así como de datos publicados y datos propios inéditos, planteamos algunas reflexiones sobre sus características bioclimáticas, a tener en cuenta en cualquier estudio que aborde relaciones clima-vegetación en este territorio

Metodología

La Tabla 1 contiene datos climáticos de estaciones meteorológicas chilenas procedentes de AMIGO & RAMÍREZ (1998), aunque se ha revisado la tipología de algunos índices de acuerdo con la nueva propuesta de RIVAS-MARTÍNEZ (online). Seleccionamos la mayor parte de las estaciones correspondien-

Tabla 1. Relación de estaciones meteorológicas del territorio templado de Chile consideradas en el presente estudio; tras el nombre de la estación, entre paréntesis, la correspondencia de piso bioclimático según el valor de ITC o bien de Tp (T = Termotemplado; M = Mesotemplado; S = Supratemplado; O = Orotemplado). Los parámetros de las columnas corresponden a: Ic = índice de continentalidad; Alt = altitud en m s.n.m.; Tp = temperatura positiva; ITC = índice de temicidad compensado (se indica entre paréntesis el piso bioclimático; Io = índice ombrotérmico; Tps/Tp = relación en tanto por ciento entre la temperatura positiva de verano (Tps) y la temperatura positiva anual (Tp)). Fuentes de los datos: A & R = AMIGO & RAMÍREZ (1998); L & P = LUEBERT & PLISCOFF (2006); M & M = MONTALDO & MEDEL (1986)

Table 1. Weather stations spreading along Chilean temperate territory considered in this paper; after station name, in brackets, correspondent bioclimatic belt (T = Termotemperature; M = Mesotemperature; S = Supratemperature; O = Orotemperature). Parameters in each column correspond to: Ic = continentality index; Alt = altitude in m a.s.l.; Tp = positive temperature; ITC = compensated thermicity index; Io = ombrothermic index; Tps/Tp = quotient in % between summer positive temperature (Tps) and yearly positive temperature (Tp).

Data origin: A & R = AMIGO & RAMÍREZ (1998); L & P = LUEBERT & PLISCOFF (2006); M & M = MONTALDO & MEDEL (1986)

Estaciones Templadas	Sur	Oeste	Ic	Tipo Oceanidad	Alt.	Tp	ITC	Io	% Tps / Tp	Fuente
1 Laguna Laja	37° 22'	71° 22'	12,9	Semi Hiper Oceánica	1375	813	89 (S)	24,8	47,2%	L & P
2 Traiguén	38° 15'	72° 40'	10,2	Sub Hiper Oceánica	170	1440	277 (M)	8,6	35,2%	A & R
3 Isla Mocha	38° 22'	73° 54'	6,4	Eu Hiper Oceánica	30	1524	305 (T)	8,3		A & R
4 Lonquimay	38° 26'	71° 15'	14,0	Semi Hiper Oceánica	900	1005	114 (S)	19,1	42,9%	M & M
5 Carillanca	38° 41'	72° 25'	8,5	Sub Hiper Oceánica	200	1200	220 (M)	11,6	34,2%	M & M
6 Cherquenco	38° 41'	72° 01'	9,1	Sub Hiper Oceánica	510	1164	216 (M)	22,0	33,9%	A & R
7 Puerto Saavedra	38° 46'	73° 24'	6,2	Eu Hiper Oceánica	5	1476	297 (T)	8,0	30,6%	A & R
8 Temuco	38° 46'	72° 38'	9,2	Sub Hiper Oceánica	114	1428	273 (M)	8,9	34,4%	A & R
9 Puerto Domínguez	38° 54'	73° 14'	6,7	Eu Hiper Oceánica	5	1457	298 (T)	10,9	31,8%	M & M
10 Meluín	39° 22'	73° 13'	6,1	Eu Hiper Oceánica	22	1375	287 (M)	10,9	31,0%	M & M
11 Loncoche	39° 33'	72° 38'	10,8	Sub Hiper Oceánica	115	1500	276 (M)	14,3	33,6%	A & R
12 Central Pullinque	39° 33'	72° 13'	9,5	Sub Hiper Oceánica	145	1272	230 (M)	16,5		A & R
13 Valdivia	39° 48'	73° 14'	9,3	Sub Hiper Oceánica	5	1466	247 (M)	17,3	34,1%	A & R
14 Punahue	39° 51'	72° 03'	8,2	Sub Hiper Oceánica	230	1296	279 (M)	15,7	33,9%	A & R
15 Punta Galera	40° 01'	73° 44'	4,8	Eu Hiper Oceánica	40	1339	258 (M)	15,7		M & M
16 La Unión	40° 15'	73° 02'	9,2	Sub Hiper Oceánica	29	1380	260 (M)	9,2	34,1%	L & P
17 Remehue	40° 35'	73° 09'	8,9	Sub Hiper Oceánica	73	1368	260 (M)	10,1	33,9%	A & R
18 Purranque	40° 55'	73° 10'	9,2	Sub Hiper Oceánica	58	1313	239 (M)	11,7	34,4%	M & M

Table 1 (cont.)

	Estaciones Templadas	Sur	Oeste	Ic	Tipo Oceanidad	Alt.	Tp	Itc	Io	% Tps / Tp	Fuente
19	Fruítilar	41° 07'	72° 59'	8,3	Sub Hiper Oceánica	139	1236	232 (M)	13,4	34,5%	A & R
20	Pto. Montt - El Tepual	41° 26'	73° 07'	7,2	Eu Hiper Oceánica	88	1284	245 (M)	15,7	32,7%	A & R
21	Maullín	41° 37'	73° 35'	7,2	Eu Hiper Oceánica	47	1308	252 (M)	14,5	32,8%	A & R
22	Punta Corona	41° 47'	73° 52'	5,5	Eu Hiper Oceánica	56	1284	240 (M)	18,8	31,6%	A & R
23	Morro Lobos	42° 04'	73° 24'	6,7	Eu Hiper Oceánica	70	1140	219 (M)	21,5	33,2%	A & R
24	Castro	42° 29'	73° 48'	8,6	Sub Hiper Oceánica	24	1248	245 (M)	15,6	33,2%	A & R
25	Quellón	43° 10'	73° 43'	7,6	Eu Hiper Oceánica	4	1272	237 (M)	16,1	39,1%	A & R
26	Fuataleufú	43° 12'	71° 52'	11,8	Semi Hiper Oceánica	330	1104	160 (S)	20,4	31,8%	A & R
27	Isla Guafo	43° 34'	74° 45'	5,3	Eu Hiper Oceánica	140	1164	213 (M)	12,1	32,1%	A & R
28	Melinka	43° 54'	73° 46'	6,0	Eu Hiper Oceánica	5	1200	226 (M)	26,2	32,1%	A & R
29	Río Cisnes	44° 45'	72° 00'	13,1	Semi Hiper Oceánica	700	912	72 (S)	7,7	37,2%	A & R
30	Villa Mañihuales	45° 10'	72° 09'	10,6	Sub Hiper Oceánica	400	1103	170 (S)	14,2	37,2%	L & P
31	Puerto Aysén	45° 24'	72° 42'	8,7	Sub Hiper Oceánica	10	1092	188 (S)	27,2	37,2%	A & R
32	Coihayque	45° 29'	71° 33'	10,3	Sub Hiper Oceánica	140	1080	147 (S)	10,8	39,7%	A & R
33	Coihayque-Est. Agrícola	45° 34'	72° 01'	11,6	Semi Hiper Oceánica	343	985	124 (S)	12,1	39,5%	A & R
34	Balmaceda	45° 54'	71° 43'	12,1	Semi Hiper Oceánica	520	876	70 (S)	6,5	39,5%	A & R
35	Chile Chico	46° 36'	71° 43'	13,5	Semi Hiper Oceánica	383	1200	161 (S)	3,0	40,3%	A & R
36	Cabo Rapel	46° 50'	75° 36'	4,9	Eu Hiper Oceánica	40	1080	193 (M)	17,8	43,1%	A & R
37	San Pedro	47° 43'	74° 55'	6,4	Eu Hiper Oceánica	22	1056	190 (M)	40,7		A & R
38	Puerto Edén	49° 08'	74° 25'	8,7	Sub Hiper Oceánica	11	852	127 (S)	35,6		A & R
39	Cerro Guido	50° 55'	72° 30'	12,8	Semi Hiper Oceánica	815	924	85 (S)	3,0		A & R
40	Torres del Paine	51° 11'	72° 58'	11,1	Semi Hiper Oceánica	46	891	104 (S)	8,1		L & P
41	Puerto Consuelo	51° 35'	72° 40'	10,9	Sub Hiper Oceánica	20	840	94 (S)	7,2		A & R
42	Oazy Harbour	52° 30'	70° 33'	10,6	Sub Hiper Oceánica	90	679	45 (C)	3,8		A & R

tes al territorio Templado señalando su catalogación según su grado de oceanidad; cuantificada esta característica por el Índice de continentalidad (Ic), se recalcularon los valores del Índice de termicidad compensado (Itc) y se calculó el cociente entre la Temperatura positiva del trimestre de verano en relación con la Temperatura positiva anual (Tps/Tp).

Para el cálculo de los índices anteriores se añadieron datos de algunas estaciones más procedentes de otros trabajos (MONTALDO & MEDEL (1986) y LUEBERT & PLISCOFF (2006)).

La consideración de los límites altitudinales del piso Orotemplado que exponemos en el último apartado de Resultados, se basa mayoritariamente en datos de campo inéditos.

Las referencias florísticas siguen a MARTICORENA & QUEZADA (1986) salvo modificaciones taxonómicas recientes publicadas bajo el proyecto "Flora de Chile", como p.ej., en MARTICORENA & RODRÍGUEZ (2003).

Resultados y Discusión

Los análisis climáticos del territorio y del conocimiento de la distribución de la vegetación propia del macrobioclima Templado en relación con éste, revelan tendencias constantes de gran interés que resumimos en tres observaciones:

Observación 1: La acusada oceanidad marca apreciables diferencias entre las catenas de vegetación que se suceden en la Cordillera de la Costa y en la Cordillera Andina.

La Cordillera de la Costa presenta en sus bosques una más alta biodiversidad de especies que la Cordillera Andina y, sobre todo, una mayor proporción de endemismos; esto ha sido debido en buena medida a que se mantuvo menos afectada que los Andes por las convulsiones climáticas de los episodios glaciales del Cuaternario (SMITH-RAMÍREZ, 2004). Aunque no existen estaciones de registro con series de datos contrastables ni en las zonas altas de la cordillera de la Costa ni apenas en la Andina parece evidente que en altitudes similares en ambos sistemas montañosos se manifiestan unidades de vegetación potencial diferente. Esta es una realidad que se pone de manifiesto tanto en macroclima Mediterráneo como en el Templado, como se refleja en la Tabla 2.

Se puede resumir cómo afecta la oceanidad extrema en este hecho: en el mundo hiperoceánico el verano es menos eficaz. Esto se puede cuantificar comparando los valores de la temperatura positiva de los 3 meses de verano frente a la temperatura positiva anual (Tps/Tp); aunque es una proporción que no se ha podido calcular para todas las estaciones del templado chileno, porque no de todas se tenían los valores de temperatura media mensual de todos los meses del año, los ejemplos que aparecen en la Tabla 1 pueden ser suficientes. En las estaciones euhiperoceánicas (Ic < 8) la Tps representa entre el 30,6% y el 32,8% de la Tp, mientras que en las subhiperoceánicas (8 < Ic < 11) esa proporción oscila del 33,2% al 35,2% en las estaciones mesotempladas y sube por encima del 37% en las del piso suprtemplado.

Tabla 2. Asimetría entre la Cordillera de la Costa y la Cordillera Andina expresada por las diferentes comunidades que definen la vegetación potencial en cuatro transectos que recorren solamente las laderas occidentales de ambas cordilleras en cuatro latitudes diferentes (localización de los transectos, ver Fig. 1). Sólo se ha considerado en la Cordillera Andina el mismo tramo altitudinal que se puede prospectar en la Cordillera de la Costa. Los dos primeros transectos recorren territorio mediterráneo y los 2 últimos territorio templado.

Table 2. Asymmetry between the Coastal Range and Andean Range, reflected by the different plant communities which define potential vegetation in four transects across the westerly slopes of both ranges at four different latitudes (geographical position of transects, see Fig. 1). At each latitude, only the same altitudinal belt at Andean Range has been considered as possible in Coastal Range transect. The two former transects are crossing Mediterranean territory and last two the Temperate one.

Referencia Costa (Latitud sur)	Cordillera de la Costa	Rango de altitud	Cordillera de los Andes	Fuente
Parque Nacional La Campana (33°)	<i>Lithraea caustica</i> + <i>Cryptocarya alba</i> <i>Cryptocarya alba</i> + <i>Peumus boldus</i> <i>Nothofagus macrocarpa</i> + <i>Ribes punctatum spinosum</i>	500–2000	<i>Acacia caven</i> + <i>Baccharis paniculata</i> <i>Quillaja saponaria</i> + <i>Portiera chilensis</i> <i>Kageneckia angustifolia</i> + <i>Guimilia trinervis</i> <i>Chusqueira oppositifolia</i> + <i>Nardophyllum lanatum</i>	Luebert & Pliscoff (2006)
Chanco-Cauquenes (35° 50' // 36°)	<i>Nothofagus alessandri</i> Bomarco- <i>Nothofagus glaucae</i>	100–600	Bomarco- <i>Nothofagus glaucae</i>	Aguilella & Amigo (2001)
Parque Nacional Nahuel Buta (37° 50')	<i>Aextoxicon punctatum</i> + <i>Laurelia semperv.</i> <i>Nothofagus dombeyi</i> + <i>Nothofagus obliqua</i> <i>Nothofagus alpina</i> + <i>Persea lingue</i> Araucarietum araucanae "costero"	100–1500	<i>Nothofagus obliqua</i> + <i>Persea lingue</i> <i>Nothofagus alpina</i> + <i>Dasyphyllum diacanth.</i> <i>Nothofagus dombeyi</i> + <i>Araucaria araucana</i> <i>Araucaria araucana</i> + <i>-Nothofagus pumilio</i>	Luebert & Pliscoff (2006)
Monumento Natural Alerce Costero // Antillanca (40° 10' // 40° 30')	Lapagerio-Aextoxiconetum punctati Laureliopsio-Weinmannietum trichospermae Luzuriago- <i>Nothofagus nitidae</i> <i>Nothofagus betuloidis</i> "norteño" Fitzroyetum cupressoidis	100–1000	<i>Nothofagus obliqua</i> - <i>Perseeetum lingue</i> <i>Nothofagus dombeyi</i> - <i>Eucryphietum cordifoliae</i> Laureliopsio-Weinmannietum trichospermae Chryso-splenio- <i>Nothofagus dombeyi</i> <i>Nothofagus antarcticae</i> "edafobigrófilo"	Aguilella & Amigo (2001)

Las pocas estaciones del templado chileno semihiperoceánicas (11 < Ic < 14), son todas supratempladas por estar enclavadas en valles andinos, y muestran proporciones Tps/Tp que varían del 39,1 % al 47,2 %.

Observación 2: En comparación con territorios equivalentes del hemisferio norte, como la Península Ibérica en el occidente europeo, las mismas latitudes presentan en Chile unos valores inferiores de índice de termicidad (I_{tc}) que sus homólogos del hemisferio Norte.

Esta diferencia frente a estaciones análogas del hemisferio Norte se puede achacar al influjo climático del Pacífico con la corriente fría de Humboldt, al igual que la hiperoceanidad del litoral chileno. El límite Mediterráneo/Templado se desenvuelve en Chile entre los paralelos 37°–38° sur, formando una frontera sinuosa por causa del relieve. En la Península Ibérica la frontera entre los territorios templado y mediterráneo está más desplazada hacia posiciones polares gracias al influjo cálido del océano atlántico (Corriente del Golfo); aquí esa frontera no baja del paralelo 40° Norte y se mantiene a lo largo de todo el septentrion de la Península en torno a los paralelos 41°–42° Norte. (Fig. 1).

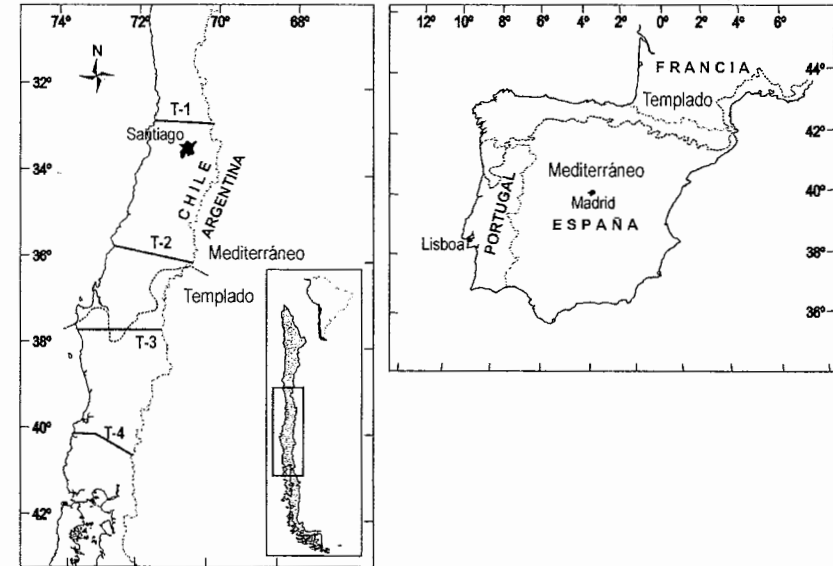


Fig. 1. Posición latitudinal del límite Templado/Mediterráneo en Chile y en la Península Ibérica. En el mapa de Chile se ha marcado la posición de los 4 transectos (T-1 a T-4) Cordillera de la Costa/Cordillera Andina comparados en la Tabla 2.

Fig. 1. Latitudinal positioning of Temperate/Mediterranean border in Chile as well in the Iberian Peninsula. At Chilean map the position of the four Coastal Range/Andean Range transects (T-1 to T-4) compared in Table 2 has been marked.

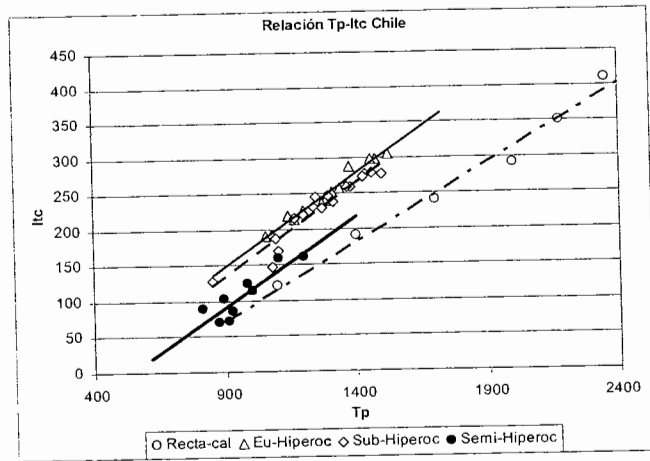


Fig. 2. Relación entre la variación de Itc en relación con la Tp en los distintos grupos de estaciones de la Tabla 1. Euhiperocéánicas: 14 estaciones; Subhiperoceánicas: 18 estaciones; Semihiperocéánicas (antes Euoceánicas): 9 estaciones. Todas ellas se comparan con la recta calibradora ("Recta cal"), definida teóricamente por los valores umbrales de los distintos pisos y horizontes bioclimáticos, establecidos en la clasificación de Rivas-Martínez (online).

Fig. 2. Relation between variation of Itc versus Tp in different weather station groups detailed at Table 1. Euhyperoceanics: 14 stations; Subhyperoceanics: 18 stations; Semihyperoceanics (formerly Euoceanics): 9 stations. All of them are compared with the gauging straight line ("Recta cal"), defined by the thresholds values between the different bioclimatic belts and horizons, established in the classification of Rivas-Martínez (online).

En el contexto chileno, se evidencian gráficamente estas diferencias en la Fig. 2, donde se compara la correspondencia entre los valores de dos de los índices bioclimáticos utilizados en la clasificación de RIVAS-MARTÍNEZ (online) y que reflejan ambos la termicidad media anual: el índice de termicidad compensado (Itc) y la temperatura positiva anual (Tp). La Fig. 2 muestra el diferente posicionamiento de los grupos de estaciones de la Tabla 1 según su oceanidad (evidenciados al transformar los puntos en una recta) en los ejes Itc/Tp, y sobre todo la diferencia de una menor Tp con respecto a un mismo valor de Itc, entre las estaciones templadas chilenas. Todas se comparan con la "recta calibradora" construida con los valores correlativos Itc/Tp propuestos como valores umbrales entre los distintos pisos y subpisos termoclimáticos.

Observación 3: Es muy difícil establecer modelos numéricos sencillos que puedan predecir los cambios de piso bioclimático en las catenas altitudinales del templado chileno.

Las insuficientes estaciones meteorológicas que pueden detectar el piso supratemplado tienen una distribución demasiado dispersa como para po-

der construir una recta de regresión que muestre una variación de temperatura con la altitud que se pudiera aplicar a lo largo del territorio templado. Las escasas estaciones supratempladas disponibles se corresponden con los números 1, 4, 26, 29, 30 y 31 de la Tabla 1. Todas se localizan en los faldeos o piedemontes de la Cordillera Andina y ninguna en la Cordillera de la Costa; desde la estación Puerto Aysén hacia el sur ya se encuentra el piso supratemplado a nivel del mar.

Pese a todo existe una unidad de vegetación que se puede utilizar con aceptable fiabilidad dentro del mundo templado como bioindicadora de cambio a un piso bioclimático. Se trata de un grupo de asociaciones representadas por bosques puros de *Nothofagus pumilio* que constituyen una de las formaciones más características de la Región Valdiviano-Magallánica, en la terminología biogeográfica de RIVAS-MARTÍNEZ & NAVARRO (1994). Esta especie presenta la distribución más amplia de todas las leñosas del templado sudamericano ya que se encuentra desde el paralelo 36° hasta el estrecho de Magallanes al sur, a lo largo de casi 20° de latitud y unos 2000 kms. Representa el límite altitudinal de la vegetación arbórea a lo largo de todas las elevaciones andinas en territorio templado. El carácter extremo de sus preferencias ecológicas fue destacado por OBERDORFER (1960) en su modelización sintaxonómica del centro-sur chileno al dedicarle una asociación

Tabla 3. Límite altitudinal inferior del bosque puro de lenga (*Nothofagus pumilio*) a diferentes latitudes en la Cordillera Andina. En diversos casos el valor de altitud marcado es una media entre diversos valores próximos correspondientes a la lógica fluctuación del límite por causa de la exposición norte y sur. Estos valores se han considerado como el umbral de paso entre los pisos bioclimáticos supratemplado/orotemplado.

Fuentes de los datos: Fin.- 96 = Finckh (1996); Hil.- 90 = Hildebrand-Vogel & al. (1990); Pol.- 01 = Pollmann (2001); Vill.- 80 = Villagrán (1980); D.P. = datos propios.

Table 3. Lower altitudinal limit of pure lenga-forest (*Nothofagus pumilio*) at different latitudes in the Andean range. In several cases the indicated altitude value is an average between two close values coming from the logical fluctuation of the limit because of the North and South aspects. These values have been considered as threshold values between supratemperate/orotemperate bioclimatic belts.

Data origin: Fin.- 96 = Finckh (1996); Hil.- 90 = Hildebrand-Vogel & al. (1990); Pol.- 01 = Pollmann (2001); Vill.- 80 = Villagrán (1980); D.P. = own data.

Localidad	Sur	Oeste	Altitud	Fuente
Parque Nacional Tolhuaca, entrada Sur	38° 17'	71° 43'	1450	D.P. + Pol.- 01
Cuesta Las Raíces	38° 25'	71° 27'	1375	D.P.
Parque Nacional Conguillío, Refugio Llaima	38° 42'	71° 46'	1350	D.P.
Parque Nacional Villarrica	39° 23'	71° 56'	1290	D.P. + Fin.- 96
Paso Fronterizo Carirriñe	39° 47'	71° 41'	1100	D.P.
Volcán Choshuenco	39° 56'	72° 03'	1050	D.P. + Hil.- 90
Estación Antillanca	40° 46'	72° 12'	1010	D.P.
Parque Nacional Vicente Pérez Rosales	41° 15'	72° 18'	920	Vill.- 80
Reserva Nacional Coihayque	45° 31'	72° 02'	730	D.P.

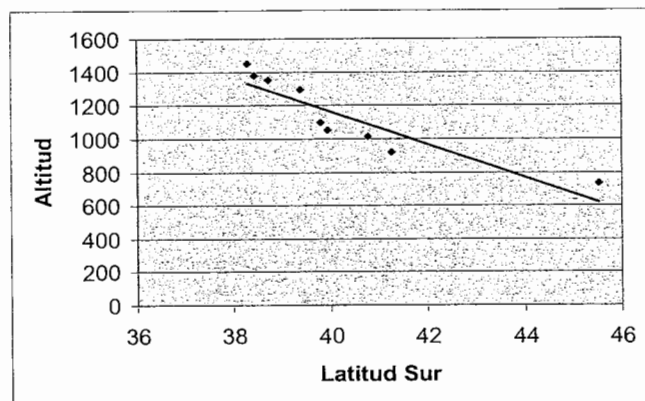


Fig. 3. Variación del límite inferior del bosque de lenga (*Nothofagus pumilio*) con la latitud. La pendiente de la recta indica que esta intersecciona con el nivel del mar (altitud 0) en torno al paralelo 52° sur.

Fig. 3. Decreasing of lower altitudinal limit of lenga-forest (*Nothofagus pumilio*) with latitude. Slope of the straight line indicates that intersection with X-axis (that means altitude zero) around 52° southern parallel.

(*Anemone antucensis*-*Nothofagetum pumilionis*) pero dentro de una gran unidad con rango de clase, propia de las montañas valdiviano-magallánicas: la clase *Nothofagetea pumilionis-antarcticae*. En tiempos más recientes HILDEBRAND-VOGEL & al. (1990) presentaron una buena revisión de los bosques presididos por *Nothofagus pumilio*, reconociendo varias asociaciones.

Hasta donde hemos alcanzado en nuestro conocimiento de la vegetación templada chilena, consideramos los bosques presididos por *Nothofagus pumilio* como un buen indicador del piso Orotemplado. Aunque la falta de inventarios de algunas asociaciones definidas como "*Nothofagetea pumilionis*" (HILDEBRAND-VOGEL et al., 1990) o la imprecisa definición de algunos pisos de vegetación etiquetados como "*Nothofagus pumilio* + otra especie" (LUEBERT & PLISCOFF, 2006) pueda llamar a engaño, en nuestro concepto del bosque orotemplado de *Nothofagus pumilio* no comparte esta especie el dominio con ningún otro árbol planifolio, y solamente en la franja en que se presentan bosques de *Araucaria araucana* (paralelos 37° 30' a 40° 03') (CONAF, 1998) son considerados orotemplados aquellos que comparten *Nothofagus pumilio* y *Araucaria araucana*, pero no aquellos en los que conviven una, otra o ambas, con *Nothofagus dombeyi*, *N. obliqua* o *N. alpina*.

Fruto de nuestras observaciones de campo y de datos bibliográficos hemos señalado los niveles altitudinales en los que comienza a presentarse el bosque de *Nothofagus pumilio* como inicio del piso Orotemplado, a lo largo de diferentes puntos de los relieves andinos. En la Tabla 3 se enumeran

dichos puntos y el nivel de altitud al que consideramos que se aprecia la entrada en el piso Orotemplado, lógicamente en altitudes menores a medida que vamos hacia una latitud más al sur. En la Fig. 3 se expresa gráficamente ese descenso en altitud del umbral orotemplado al desplazarnos en latitud hacia el sur; la recta de tendencia que pueden definir matemáticamente esos puntos muestra que el bosque puro de *Nothofagus pumilio* se situaría al nivel del mar aproximadamente en el paralelo 52° sur. La presencia de bosques de *Nothofagus pumilio* a nivel del mar a tal latitud testificada por PISANO (1977), y la proximidad de la estación Oazy Harbour (n° 42 en Tabla 1), la primera con valores de T_p que definen el piso Orotemplado, son una buena demostración del valor bioindicador del bosque de *Nothofagus pumilio*.

Conclusiones

Chile ocupa una estrecha banda entre los Andes y el mar por lo que está fuertemente condicionado por su proximidad al océano Pacífico y la corriente fría de Humboldt.

Es evidente un fuerte carácter oceánico especialmente en la franja templada, con efectos más acusados en la Cordillera de la Costa que en la Cordillera de los Andes. Así como hay un claro gradiente Norte-Sur de incremento de la precipitación estival, también hay un gradiente Oeste-Este (Costa-Andes) de incremento de la continentalidad, aunque esté menos resaltado por falta de estaciones meteorológicas suficientes.

Los índices de termicidad compensado (I_{tc}) de las localidades con bioclima Templado son inferiores a las correspondientes estaciones análogas del sudoeste europeo. De esta manera el límite entre los bioclimas Mediterráneo y Templado se sitúa más cerca del ecuador en Chile que en la Península Ibérica. Estas diferencias parecen coherentes con la influencia de corrientes cálidas sobre la fachada occidental de los continentes septentrionales y de corrientes frías en los continentes meridionales.

Aunque no hay estaciones meteorológicas suficientes para precisar el inicio del piso Orotemplado a lo largo del gradiente latitudinal, los bosques de *Nothofagus pumilio* sin *N. dombeyi*, *N. obliqua* ni *N. alpina* son buenos indicadores del piso Orotemplado. El límite altitudinal de este piso es cada vez más bajo cuanto más al sur, hasta llegar prácticamente al nivel del mar en el paralelo 52°.

Resumen: A partir de los datos de 42 estaciones meteorológicas y utilizando modelizaciones bioclimáticas recientes basadas en las propuestas de RIVAS-MARTÍNEZ (www.global-bioclimatics.org), intentamos sintetizar las relaciones entre clima y vegetación de Chile en su porción de macrobioclima Templado, pero resaltando la escasez de estaciones que reflejen los principales rasgos climáticos de áreas montañosas. Caracterizamos el clima de Chile templado centrándonos en 3 observaciones derivadas de su peculiaridad: la acusada oceanidad. Este carácter causa asimetrías en la distribución de la vegetación, provoca una menor termicidad cuantificable en la menor eficacia del verano y hace más difícil cualquier modelización aritmética sobre límites entre pisos bioclimáticos. No obstante se comenta

la validez de una comunidad forestal nativa por su carácter bioindicador del piso orotemplado.

Palabras clave: Bioclima, Oceanidad, Corriente de Humboldt, Temperatura positiva (Tp), Índice de continentalidad (Ic), Pisos bioclimáticos.

Referencias bibliográficas

- Aguilella, A. & Amigo, J. (2001): Transectos de vegetación en el centro-sur de Chile. – In Gomez-Mercado, F. & Mota Poveda, J.F. (eds.): *Vegetación y cambios climáticos: 87–101*. – Servicio de Publicaciones, Universidad de Almería.
- Amigo, J. & Ramírez, C. (1998): A bioclimatic classification of Chile: woodland communities in the Temperate zone. – *Plant Ecol.* **136**: 9–26.
- Corporación Nacional Forestal (CONAF) (1998): *Experiencia silvicultural del bosque nativo de Chile*. – Publicaciones Lo Castillo S.A. 420 pp.
- Del Río, S. (2005): El cambio climático y su influencia en la vegetación de Castilla y León (España). – *Itinera Geobotánica* **16**: 5–534.
- Finckh, M. (1996): Die Wälder des Villarrica-Nationalparks (Südchile) – Lebengemeinschaften als Grundlage für ein Schutzkonzept. – *Diss. Bot.* **259**: 195 pp.
- Hayek, E. & Di Castri, F. (1975): *Bioclimatografía de Chile*. – Dirección de Investigación. Rectoría Académica. Universidad Católica de Chile.
- Hildebrand-Vogel, R., Godoy, R. & Vogel, A. (1990): Subantarctic-Andean *Nothofagus pumilio* forest. – *Vegetatio* **89**: 55–68.
- Luebert, F. & Pliscoff, P. (2005): Bioclimas de la cordillera de la Costa del centro-sur de Chile. En Smith-Ramírez, C., Armesto, J. J. & Valdovinos, C. (eds.): *Historia, biodiversidad y ecología de los bosques costeros de Chile*, pp. 60–73. Editorial Universitaria.
- (2006): *Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile*. – Editorial Universitaria. 316 pp.
- Marticorena, C. & Quezada, M. (1985): Catálogo de la flora vascular de Chile. – *Gayana, Bot.* **42** (1–2): 5–157.
- Marticorena, C. & Rodríguez, R. (2003): *Flora de Chile. Vol. 2(2). Berberidaceae-Betulaceae*. – Universidad de Concepción, Impresos Siglo XXI Ltda., Concepción. 93 pp.
- Montaldo, P. & Medel, F. (1986): Características agroclimáticas del sector Malleco a Llanquihue, Chile. – *Agro Sur* **14**(2): 114–126.
- Novoa, R. & Villaseca, S. (1989): *Agroclimatología de Chile*. – Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Ministerio de Agricultura.
- Oberdorfer, E. (1960): *Pflanzensoziologische Studien in Chile*. – *Flora et Vegetatio Mundi* **2**: 1–208.
- Pisano, E. (1977): *Fitogeografía de fuego-patagonia chilena I*. – Comunidades vegetales entre las latitudes 52° y 56° S. – *Anales Inst. Patagonia* **8**: 121–245.
- Pollmann, W. (2001): Caracterización florística y posición sintaxonómica de los bosques caducifolios de *Nothofagus alpina* (Poepp. et Endl.) Oerst. en el centro-sur de Chile. – *Phytocoenologia* **31**(3): 353–400.
- Rivas-Martínez, S. (1993): Bases para una nueva clasificación bioclimática de la Tierra. – *Folia Bot. Matritensis* **10**: 1–23.
- (online): www.globalbioclimatics.es.
- Rivas-Martínez, S. & Navarro, G. (1994): Mapa biogeográfico de Suramérica. – *Folia Bot. Matritensis* **12**.

Smith-Ramírez, C. (2004): The Chilean coastal range: a vanishing center of biodiversity and endemism in South American temperate rainforests. – *Biodiversity and Conservation* **13**: 373–393.

Villagrán, C. (1980): *Vegetationsgeschichtliche und pflanzensoziologische Untersuchungen im Vicente Pérez Rosales Nationalpark (Chile)*. – *Diss. Bot.* **54**: 147 pp.

Addresses of the authors:

Dr. Javier AMIGO*, Laboratorio de Botánica, Facultad de Farmacia, Universidad de Santiago de Compostela. 15782 Santiago de Compostela (Galicia, España).

Dr. Jesús IZCO, Laboratorio de Botánica, Facultad de Farmacia, Universidad de Santiago de Compostela. 15782 Santiago de Compostela (Galicia, España).

Dr. Manuel Antonio RODRÍGUEZ GUITIÁN, Departamento de Producción Vegetal, Escuela Politécnica Superior, Campus de Lugo, 27002 Lugo (Galicia, España)

*Corresponding author, e-mail: bvherbar@usc.es

