BIBLIOTECA IREN

Indices pluviotérmicos como base para una clasificación del país en zonas bioclimáticas

Francisco di Castri L.
Ernesto R. Hajek G.
Sección Ecología y Climatología Animal.
Instituto de Higiene y Fomento de la Producción Animal.
Facultad de Ciencias Pecuarias y Medicina Veterinaria.
Universidad de Chile.

El objeto de esta comunicación es presentar algunos resultados preliminares de las investigaciones ecológicas emprendidas en el Instituto de Higiene y Fomento de la Producción Animal, con el fin de introducir algunos conceptos básicos de climatología en el estudio de problemas pecuarios.

Las representaciones sinópticas del clima con que contamos en Chile, se limitan casi exclusivamente a mapas de isotermas, de isoyetas y de isonefas, además de dos ensayos de subdivisión del país en zonas climáticas en base a las clasificaciones de Koppen-Geiger y de Thornthwaite. Se trata de estudios por cierto minuciosos, pero están lejos de poder proporcionar todas las informaciones básicas necesarias. La cantidad y calidad de datos climáticos disponibles aparecen aún más deficientes, si comparamos nuestra situación actual con la de países de Europa y Norteamérica, en que las ciencias climatológicas han llegado desde mucho tiempo a una etapa de madurez.

Además consideramos que los elementos climáticos deben ser analizados en sus interacciones, siendo de escaso significado biológico el estudio por separado de un solo elemento. Por ejemplo, la misma cantidad de lluvia caida anualmente en una zona templada y en una subtropical, puede producir efectos muy diferentes: en el primer caso, una zona húmeda con vegetación mesófila o higrófila; en el segundo una zona subdesértica con vegetación xerófila. Esto se debe al hecho de que el grado de eficiencia de la lluvia sobre la vegetación depende estrechamente de la tasa de evaporación del lugar.

Ahora bien, dada la correlación existente entre evaporación y temperatura, resulta práctico utilizar índices o cocientes pluviotérmicos que consideren la acción conjunta de dos elementos, temperatura y precipitaciones. Existen numerosos índices de esta naturaleza, propuestos por Penck, Lang, de Martonne, Emberger, Prescott, Koppen, Thornthwaite, Geslin, Gracanin, Giacobbe y otros autores; aún cuando no puedan reflejar con exactitud todos los fenómenos biológicos que en una zona determinada se desarrollan por acción de los factores del clima, estos índices permiten sin duda delimitar zonas bioclimáticas con mayor precisión que el simple trazado de isoyetas. Desde luego, es el criterio seguido en la actualidad para estudios ecológicos de zonas templadas y tropicales, aun cuando debemos señalar que los puntos de vista de meteorólogos y geógrafos por un lado, y climatólogos y ecólogos por otro, difieren fundamentalmente.

Por las razones antedichas, hemos estimado de interés ensayar la aplicación en el país de tres índices pluviotérmicos, los de Lang, de Martonne y de Emberger, con la esperanza que puedan ser de alguna utilidad en los estudios nacionales sobre climatología animal. Estamos muy conscientes, desde luego, de las limitaciones que estos métodos comportan, pero creemos que serán irreemplazables hasta el momento en que puedan establecerse amplias redes de estaciones atmográficas, que proporcionen datos completos sobre la evaporación, el elemento climático de mayor significación fisiológica.

Aun cuando estos índices hayan sido empleados en forma intensa en otras regiones del globo y con resultados halagadores, nos parecería aventurado adoptar como válidos para nuestro territorio los límites y las subdivisiones ya establecidas en el extranjero, sin una etapa previa de estudios críticos sobre su aplicabilidad en los ecosistemas chilenos.

MATERIAL Y METODOS DE TRABAJO

Hemos utilizado los datos climáticos registrados en 85 Estaciones meteorológicas distribuídas a lo largo del país, incluyendo las islas de Pascua y de Juan Fernández y la Antártida chilena.

Hemos seleccionado únicamente las Estaciones que registraron las observaciones térmicas y pluviométricas durante un lapso de por lo menos 7 años. y generalmente muchos más, condición indispensable para que las medias tengan un mínimo de validez. Además de estas Estaciones fundamentales, hemos tomado visión, como mera indicación informativa, de otras 20 Estaciones meteorológicas accesorias, a pesar de no reunir sus datos los requisitos anteriormente señalados, por ser las únicas existentes en amplias zonas de nuestro territorio. Diremos incidentalmente que aun esta cifra total de 105 Estaciones es extraordinariamente baja para dar una visión climática relativamente completa de un país de 4.200 Km de largo.

Sucesivamente se calcularon las medias mensuales y anuales de temperatura máxima, temperatura media, temperatura mínima y precipitaciones, referentes a las 85 Estaciones antedichas.

En base a estas informaciones, se determinaron para cada Estación los índices anuales de Lang, de de Martonne y de Emberger, la duración del período de potencialidad vegetativa, la duración del período de aridez en base al índice mensual de de Martonne y el grado de continentalismo (o de fertilidad térmica).

Las fórmulas empleadas se describen en el Cuadro N.o 1.

CUADRO Nº 1

FORMULAS EMPLEADAS EN EL CALCULO DE INDICES CLIMATICOS

I) **INDICES PLUVIOTERMICOS**

a) **Indices de aridez de de Martone.**

$$\text{Indice anual} = \frac{P}{T + 10}$$

$$\text{Indice mensual} = \frac{P}{T + 10} \quad 12$$

P Precipitación media anual o mensual en mm

T Temperatura media anual o mensual en º C.

b) **Pluviofactor de Lang**

$$I = \frac{P}{T}$$

P Precipitación media anual en mm

T Temperatura media anual en º C.

c) **Cociente de Emberger (Q)**

$$Q = \frac{P}{\frac{M + m}{2}(M - m)}$$

M Temperatura máxima media del mes más caluroso en º C.

m Temperatura mínima media del mes más frío en º C.

P Precipitación media anual en mm.

II) **DURACION DE PERIODOS BIOCLIMATICOS**

a) **Período de potencialidad vegetativa (N)**

$$N = 12 \frac{M - 10}{M - m}$$

M Temperatura media del mes más caluroso en º C.

m Temperatura media del mes más frío en º C.

b) **Período de aridez.**

Suma de los meses con índice de aridez de de Martonne inferior a 20.

III) **GRADO DE CONTINENTALISMO (r)**

$$r = \frac{\text{Á}}{e}$$

Á Latitud

e Amplitud térmica anual.

RESULTADOS

Los resultados se presentan tabulados en el Cuadro N.o 2. En la primera columna se consignan las Estaciones meteorológicas analizadas, colocadas en orden de latitud creciente; en la segunda, los años de observación. Siguen los índices de Lang, de Martonne y Emberger, la duración de los períodos de potencialidad vegetativa y de aridez y finalmente el grado de continentalismo.

DISCUSION

Dado el carácter eminentemente descriptivo de los estudios climatológicos sería absurdo pretender enmarcar, dentro de los límites impuestos a los trabajos de Convención, una discusión completa sobre la validez de todos los índices utilizados.

Tendremos que limitarnos por lo tanto a un esbozo muy preliminar de algunas zonas bioclimáticas chilenas, clasificadas en base al pluviofactor de Lang y a la duración de los períodos de potencialidad vegetativa y de aridez, haciendo previamente dos salvedades:

1.o.— Que los datos climáticos existentes son muy incompletos, tanto es así que falta toda observación fidedigna y continuada de zonas tan extendidas como las estepas de altura del Norte Grande, la zona del Norte Chico comprendida entre Ovalle y Zapallar, además de muchas regiones de Chile Austral. Los límites que fijaremos entre las diversas zonas bioclimáticas no deben considerarse por lo tanto ni rígidos ni definitivos.

2.o.— Que sólo podrá afirmarse o negarse la validez biológica de este ensayo, después de una serie de análisis comparativos con otros elementos climáticos no incluidos en este estudio y sobre todo con las características biocenóticas y fenológicas de las asociaciones climax de cada zona.

Hemos preferido el pluviofactor de Lang por haber sido utilizado casi universalmente en el estudio del clima como factor pedogenético, manteniendo de tal manera la necesaria unidad del complejo clima-suelo. Los valores del índice aumentan en relación directa con el grado de higrofilia; la cifra 40 indica la separación entre los climas áridos y los suficientemente húmedos.

La duración del período de potencialidad vegetativa, llamado también período caluroso o de actividad biológica, representa el número de meses durante los cuales las condiciones térmicas permiten a las plantas desarrollarse, a condición que las disponibilidades hídricas sean suficientes para la materialización de esta potencialidad. Por lo tanto, para fines prácticos, las amplitudes de los dos períodos, potencialidad vegetativa y aridez, deben necesariamente correlacionarse.

Este cálculo permite tomar en cuenta la interacción de los dos factores, calor y humedad, que condicionan fundamentalmente la duración del período activo de las plantas; mientras la potencialidad vegetativa actúa en forma positiva, es decir, por presencia del calor suficiente, la aridez interviene en forma negativa, eso es, por ausencia de la humedad necesaria.

Las condiciones óptimas para que las plantas se desarrollen sin interrupción son, teóricamente, doce meses de potencialidad vegetativa y 0 meses de aridez; las pésimas 0 meses de potencialidad vegetativa y 12 de aridez. Dentro de estos dos extremos, pueden presentarse todas las posibilidades intermedias. Obviamente, el riego puede solucionar, por lo menos parcialmente, el déficit de precipitaciones, dando a la planta la posibilidad de manifestar su potencialidad incluso durante meses áridos.

En Chile, la importancia de la aridez como limitante biológica decrece paulatinamente de Norte a Sur, en tanto que el otro factor limitante, el frío, muestra la tendencia a disminuir en dirección inversa, es decir, de Sur a Norte.

CUADRO N.o 2

INDICES CLIMATICOS CORRESPONDIENTES A LAS 85 ESTACIONES METEOROLOGICAS ANALIZADAS

ESTACION	Años Observados	INDICES PLUVIOTERMICOS de Lang	de Martonne	de Emberger	Período de Potencialidad Vegetativa (en meses)	Período de Aridez (en meses)	Grado de Continentalismo
ARICA	43	0.03	0.03	0.00	12	12	2.8
LOS CONDORES	7	0.00	0.00	0.00	12	12	2.2
COLONIA PINTADOS	12	0.02	0.01	0.01	12	12	3.1
CERRO MORENO	7	0.13	0.08	0.01	12	12	3.4
REFRESCO	19	0.64	0.38	0.02	12	12	3.8
TALTAL	16	1.44	0.92	0.08	12	12	3.3
CHAÑARAL	7	0.10	0.06	0.01	12	12	3.6
POTRERILLOS	27	4.61	2.45	0.31	7	12	4.5
CALDERA	35	1.60	0.99	0.11	12	12	4.0
ISLA DE PASCUA	34	56.33	37.80	3.95	12	0	4.6
COPIAPO	22	1.80	1.11	0.06	12	12	3.4
VALLENAR	10	1.31	0.81	0.06	12	12	3.7
LA SERENA	35	8.61	5.13	0.56	12	11	4.5
PUNTA TORTUGA	35	6.97	4.15	0.59	12	12	5.3
VICUÑA	7	10.13	6.16	0.40	12	11	3.6
OVALLE	34	8.81	5.31	0.35	12	11	3.4
ZAPALLAR	15	27.06	15.68	1.75	12	8	5.0
BAÑOS DE JAHUEL	22	19.57	11.92	0.67	12	8	2.7
QUINTERO	7	20.25	11.76	1.40	12	8	5.1
LOS ANDES	35	20.15	12.22	0.63	11	8	2.5
LLAY LLAY	13	27.07	15.93	0.92	11	8	3.2
QUILLOTA	33	29.45	17.38	1.23	12	7	4.1
PUNTA ANGELES	35	30.31	18.09	2.08	12	8	5.3
EL BELLOTO	7	21.56	13.10	0.88	12	9	3.3
PEÑABLANCA	7	25.65	15.35	1.07	12	8	3.3
COLINA	7	22.01	13.58	0.74	11	8	2.3
SANTIAGO	35	25.65	14.90	0.83	10	8	2.8
LOS CERRILLOS	7	22.47	13.03	0.70	9	8	2.4
EL BOSQUE	7	20.87	12.78	0.79	11	8	2.4
ISLA JUAN FERNANDEZ	35	73.30	45.54	5.77	12	5	5.1
SAN JOSE DE MAIPO	11	48.31	27.21	1.62	9	7	3.0
SEWELL	38	110.75	53.95	5.16	6	5	3.0
RANCAGUA	7	38.23	22.78	1.49	10	6	2.6
SAN FERNANDO	39	58.00	33.21	2.06	10	7	2.7
CURICO	38	51.31	30.19	1.58	10	6	2.6
CONSTITUCION	18	67.82	39 44	3.37	12	6	4.4
TALCA	18	48.16	28.74	1.53	11	6	2.6
PUNTA CARRANZA	35	65.48	36.63	5.56	12	6	7.5
PANIMAVIDA	35	82.58	47.29	2.65	10	5	2.8
LINARES	39	72.45	42.13	2.36	10	5	2.7
CAUQUENES	19	48.14	28.80	1.50	11	7	2.7
CHILLAN	7	73.87	43.09	2.53	10	5	2.8
PUNTA TUMBES	35	67.37	37.16	5.44	11	6	6.5
CONCEPCION	10	105.50	58.40	4.54	10	4	4.4
TALCAHUANO	13	89.86	50.10	5.38	11	5	5.0
PUNTA LAVAPIE	19	60.44	34.50	4.41	12	6	6.0
LOS ANGELES	15	95.65	55.29	3.20	10	3	3.0
ANGOL	19	74.46	41.80	2.64	10	5	3.4
CONTULMO	35	150.48	83.89	5.76	10	2	4.6
VICTORIA	7	107.20	59.34	3.93	9	2	3.2
TRAIGUEN	29	103.43	56.41	3.53	9	3	3.7
ISLA MOCHA W	15	108.96	60.74	9.68	12	2	7.1
ISLA MOCHA E	23	99.22	55.51	7.49	12	2	6.0
LONQUIMAY	35	226.11	104.54	6.09	5	0	2.9
TEMUCO	33	110.40	60.21	4.25	9	2	4.2
PUERTO DOMINGUEZ	33	137.45	73.52	7.98	9	1	5.8
VALDIVIA	39	197.36	107.24	8.99	9	0	4.2
PUNTA GALERA	39	183.82	97.52	17.96	9	0	8.3
RIO BUENO	19	109.31	57.99	4.49	8	0	4.2
OSORNO	7	97.35	54.08	4.91	9	3	3.9
FRUTILLAR	19	161.07	81.72	8.50	7	0	5.0
PUERTO MONTT	44	209.09	110.46	12.63	8	0	5.3
MAULLIN	23	197.43	97.20	9.96	6	0	5.9
PUNTA CORONA	29	225.28	116.44	19.39	8	0	7.5
PUDETO	7	164.42	86.12	10 60	8	0	5.3
MORRO LOBOS	14	257.44	125.42	15.82	6	0	6.3
CASTRO	7	137.89	74.00	7.76	8	1	4.9
QUELLON	7	193.17	99.40	13.78	7	1	5.7
FUTALEUFU	7	212.90	106.98	8.72	6	0	3.3
ISLA GUAFO	29	145.25	71.52	14.76	6	0	8.2
MELINKA	11	313.77	156.88	24.17	7	0	7.3
RIO CISNES	7	92.34	39.87	4.10	3	4	3.3
PUERTO AYSEN	18	326.73	154.76	18.52	5	0	4.8
BALMACEDA	9	78.41	33.08	3.26	3	4	3.8
CHILE CHICO	7	16.61	8.88	0.81	7	10	3.8
CABO RAPER	20	223.53	103.49	19.88	3	0	8.9
SAN PEDRO	18	520.26	234.41	42.40	3	0	8.3
PUERTO EDEN	7	329.59	137.97	22.79	2	0	5.2
CERRO GUIDO	7	35.64	15.50	1.71	3	7	4.0
PUNTA DUNGENES	39	35.74	14.84	2.20	2	10	6.0
EVANGELISTAS	37	401.51	156.68	48.21	3	0	11.9
PUNTA ARENAS	39	66 79	26.79	3.88	2	3	5.8
SAN ISIDRO	38	143.81	53.36	11.04	0	0	8.0
NAVARINO	11	76.40	28.35	5.87	1	1	6.9
BASE ANTARTICA GGV	7	— 200.03	98.52	— 9.95	0	1	5.7

En base a los principios enunciados anteriormente, podemos reconocer en el país una **primera zona** que se extiende desde el límite Norte hasta aproximadamente Vallenar, con características netamente desérticas: Pluviofactor de Lang inferior a 5, potencialidad vegetativa y período de aridez ambos de 12 meses.

La **segunda zona**, de tipo estepario, llega hasta el Norte de Zapallar hacia la Costa, adentrándose hasta Jahuel y Los Andes: el pluviofactor oscila entre 5 y 20, la potencialidad vegetativa es de 11-12 meses, con período de aridez de 8-11.

A esta zona podría homologarse, por sus valores del pluviofactor, una parte del territorio nacional situada mucho más al Sur, la de Chile Chico, pero su potencialidad vegetativa desciende a 7 meses.

La **tercera zona**, de tipo templado seco, presenta características transicionales; aproximadamente a la altura de Rancagua, se observa el límite antedicho de 40, entre zonas áridas y zonas húmedas. En la tercera zona, el pluviofactor varía entre 20 y 40 con 10 — 12 meses de potencialidad vegetativa y 7 a 8 meses de aridez.

Dentro de estos límites del índice de Lang deben describirse también algunas regiones con estepas frías, existentes en la zona austral (por ejemplo, Cerro Guido y Punta Dungenes) con 2 — 3 meses de actividad vegetativa y 7 — 10 de aridez.

La **cuarta zona** que comprende Estaciones con valores del índice de Lang entre 40 y 70, es de clima templado propiamente tal con estación lluviosa sensiblemente de la misma duración que la estación seca; se extiende desde el Sur de Rancagua hasta aproximadamente el río Maule, prolongándose además en una larga faja costera hasta Punta Lavapié. Los valores más bajos del índice de Lang, en la cuarta zona, se registran en Cauquenes y Talca. Los meses de potencialidad vegetativa son de 9 — 12 con 5 — 7 (generalmente 6) meses de aridez.

Algunas zonas australes de considerable importancia para la explotación ovina, como Punta Arenas y Puerto Bories, tienen pluviofactores similares, pero con solamente 2 — 3 meses de potencialidad vegetativa.

Asimismo, tenemos que incluir en este rango del índice de Lang a la Isla de Pascua, en que se realizan las condiciones ideales de 12 meses de potencialidad vegetativa o con 0 de aridez.

La **quinta zona**, de características bastantes similares a la precedente pero con estación lluviosa más prolongada que la seca, abarca desde Panimávida y Linares hasta aproximadamente Talcahuano, incluyendo además la región de Angol, la que presenta condiciones climáticas muy distintas a las de las zonas inmediatamente circundantes. El índice de Lang está comprendido entre 70 y 90, con 9 — 11 meses de potencialidad vegetativa y 5 de aridez.

La Isla de Juan Fernández, situada geográficamente mucho más al Norte, presenta índices pluviotérmicos y período de aridez sensiblemente iguales a los de Angol, pero con período vegetativo durante todo el año.

En Chile Austral, las zonas de Río Cisnes y Balmaceda tienen índices semejantes y período de aridez de 4-5 meses, pero el período caluroso es únicamente de tres meses. Por el contrario Navarino, con índice de 76, presenta un solo mes de áridez, siendo la baja temperatura su limitante biológica.

En la **sexta zona**, de tipo templado húmedo, se observan solamente 2 — 3 meses de aridez, con 9 — 12 meses de potencialidad vegetativa, condiciones éstas extraordinariamente favorables para el desarrollo de pastizales naturales. Se extiende desde el Sur de Talcahuano hasta Temuso, comprendiendo además casi toda la provincia de Osorno, de características climáticas muy similares a Los Angeles. El pluviofactor en esta zona varía generalmente entre 90 y 110, con excepción de Contulmo (150,48) debido a condiciones locales de particular lluviosidad.

La **séptima zona**, de tipo templado-frío lluvioso, es muy amplia pues se extiende desde Puerto Domínguez hasta Isla Guafo, Futaleufú y Melinka, es decir, aproximadamente hasta el paralelo 44. Se caracteriza por la ausencia del período de aridez, salvo algunas regiones de Chiloé con un mes árido, y por una potencialidad vegetativa de por lo menos 6 meses (6 a 9 meses). El pluviofactor varía de 110 a 250, con mínimos en Río Bueno (que resiente de las mismas influencias meteorológicas de Osorno), Puerto Domínguez y Castro; los máximos se registran en Puerto Montt, Punta Corona y Morro Lobos. La mayoría de las Estaciones presenta índices sujeriores a 160: en esta zona deben desarrollarse por lo tanto fenómenos de podsolización, con formacion de humus ácido.

Al Sur del paralelo 44 resulta difícil esbozar una clasificación bioclimática de cierta precisión, por la multiplicidad de los factores que actúan sobre los elementos climáticos y por ser demasiado incompleta la red de Estaciones meteorológicas. De todas maneras, podemos distinguir groseramente 3 zonas bastante heterogéneas:

La primera está constituída por una faja más o menos ancha que corre a lo largo de gran parte de la frontera con la República Argentina; comprende las Estaciones meteorológicas, desde Balmaceda hasta Punta Arenas y Punta Dungenes, que ya hemos detallado al hablar de anteriores zonas climáticas (desde la segunda a la quinta). Se trata de regiones de carácter fundamentalmente estepario, con pluviofactor siempre inferior a 100 y existencia de un período de aridez.

La segunda, también en forma de franja, ubicada al oeste de la primera, es de clima templado-frío hasta frío con elevadísima humedad. El pluviofactor de Lang, siempre mayor de 200, supera generalmente los 300, alcanzando la cifra extrema de 520 en San Pedro. La limitante biológica en este caso no es la aridez, sino la temperatura, ya que el período caluroso es constantemente inferior a 6 meses. Todavía bastante favorable en Puerto Aysén con 5 meses activos, la potencialidad vegetativa baja a 2 meses en Evangelistas.

En la tercera zona, que se extiende de San Isidro al Sur, se acentúan las condiciones térmicas desfavorables, con ausencia de período caluroso: la única formación vegetal posible es la tundra. En la Antártida chilena, estas condiciones asumen obviamente el carácter extremo.

Este ensayo de subdividir el país en 10 grandes zonas bioclimáticas, realizado en base a 3 índices simples pero de innegable significación biológica, presenta muchas analogías, en sus resultados, sobre todo con la clasificación de Koppen y Geiger y también con la antigua división de Reiche y Steffen.

Dado el carácter preliminar de esta comunicación, no hemos querido incluir ninguna observación sobre las variaciones climáticas locales que se verifican principalmente por efecto de la altura. Generalmente, en las Estaciones meteorológicas ubicadas a cierta altitud, se observan índices pluviotérmicos muy similares a los de estaciones bajas correspondientes a zonas climáticas más meridionales, es decir, a regiones de mayor latitud. Por ejemplo Ollagüe, ubicado geográficamente en la primera zona, tiene un índice de Lang (10.38) correspondiente a los de Estaciones bajas en la segunda zona; lo mismo se observa en el caso de San José de Maipo (de la tercera a la cuarta zona); Sewell (de la tercera a la sexta zona); Lonquimay (de la sexta a la novena), y así sucesivamente. La limitante biológica en los climas de altura es decididamente el descenso de la temperatura.

Asimismo nos pareció por lo menos prematuro describir para cada zona, las especies o razas de ganado más adecuadas a sus condiciones climáticas.

Antes de terminar, deseamos llamar la atención sobre la falta de una adecuada red de Estaciones Meteorológicas en todo el territorio nacional y sobre la oportunidad de establecer Estaciones termo-udométricas sencillas y de costo relativamente bajo, en los fundos en que se quiera seguir un real paralelismo entre condiciones climáticas y prácticas agropecuarias, y en que se deseen realizar estudios de correlaciones bioclimáticas.

Conclusiones y resumen

1.— Se han determinado índices bioclimáticos correspondientes a 85 Estaciones meteorológicas ubicadas a lo largo del territorio nacional, incluyendo las Islas de Pascua y de Juan Fernández y la Antárdida chilena.

2.— El análisis de los resultados, realizado principalmente en base al pluviofactor de Lang y a la duración de los períodos de potencialidad vegetativa y de aridez, permite delimitar con cierta aproximación diez grandes zonas bioclimáticas.

3.— Los datos existentes en el país son cualitativa y cuantitativamente insuficientes para entregar una descripción profundizada, fidedigna y completa de los fenómenos climáticos biológicamente significativos.

BIBLIOGRAFIA

1.—ALMEYDA A., E.: "Pluviometría de las zonas del desierto y las estepas cálidas de Chile". Edit. Universitaria, Santiago, 1948.

2.—ALMEYDA A. E., SAEZ S., F.: "Recopilación de datos climáticos de Chile y mapas sinópticos respectivos". DTICA. Ministerio de Agricultura. Santiago de Chile, 1958.

3.—CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE: "Les divisions écologiques du monde". Année Biologique, 31, 5-6, pp. 1-235, París, 1955.

4.—COMEL A.: "I terreni climatici". N. Ann. Ist. Chim. Agr. Sper. Gorizia, pp. 211-246, Gorizia, 1957.

5.—CORPORACION DE FOMENTO DE LA PRODUCCION: "Geografía Económica de Chile". Imprenta Universitaria, Santiago de Chile, 1950.

6.—DE MARTONNE E.: "Traité de Géographie Physique". Tome I, Colin, París, 1957.

7.—EUVERTE G.: "Les climats et l'Agriculture" Presses Universitaires, París, 1959.

8.—FINCH V., TREWARTHA G., ROBINSON A., HAMMOND E.: "Physical Elements of Geography". Mc. Graw-Hill Book Company Inc., New York, 1957.

9.—GAJARDO A.: "Estudio crítico de la fórmula climática de C. W. Thornthwaite, relacionada con los suelos de Chile". Tésis para optar al título de Ing. Agrónomo, Fac. de Agronomía, Univ. de Chile, Santiago, 1948.

10.—GIORDANI-SOIKA, A.: "Bioclima e Biogreografia del Litorale di Venezia". Arch. Osped. Mare pp. 1-62, Venezia, 1959.

11.—HERNANDEZ R., L.: "Meteorología Física y Climatología agrícola". Salvat. Barcelona, 1952.

12.—KOEPPE C. E., DE LONG, G.C.: "Weather and climate". Mc. Graw-Hill, New York, 1958.

13.—LEE D. H. K.: "Tolerancia de los animales domésticos al calor". FAO, Roma, 1954.

14.—PRINCIPI P.: "Ecología vegetale". REDA, Roma, 1955.

15 —REICHE K.: "Geografía Botónica de Chile". Santiago de Chile, Imp. Universitaria, Tomo I, 1934.

16.—TREWARTHA G. T., "An introduction to climate". Mc. Graw-Hill Co. New York, 1954.