

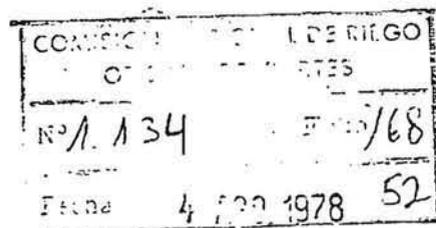
COMISION NACIONAL DE RIEGO

ESTUDIO INTEGRAL DE RIEGO DE LOS VALLES DE  
ACONCAGUA, PUTAENDO, LIGUA Y PETORCA

ESTUDIO AGROCLIMATICO

CICA  
Binnie & Partners  
Hunting Technical  
Services Ltd.

Santiago  
Agosto 1978



## TABLA DE CONTENIDO

	Página N°
1. INTRODUCCION.	1
1.1 Red de estaciones y períodos de registro	3
1.2 Metodología.	4
2. FACTORES CLIMATICOS.	6
2.1 Circulación general de la atmósfera e influencia oceánica.	7
2.2 Relieve.	8
3. ELEMENTOS CLIMATICOS PRIMARIOS.	12
3.1 Precipitación.	12
3.2 Temperatura.	13
3.3 Humedad relativa.	18
3.4 Nubosidad, horas de sol y radiación solar.	19
3.5 Viento.	21
3.6 Evaporación.	22
4. PARAMETROS CLIMATICOS.	24
4.1 Días-grado.	24
4.2 Horas de frío.	26
4.3 Heladas.	28
4.4 Período de receso vegetativo.	30
4.5 Evapotranspiración potencial.	31
4.6 Regímenes hídricos.	32

	Página N°
5. DISTRITOS AGROCLIMATICOS.	34
5.1 Trazado de distritos agroclimáticos.	35
5.2 Fórmula agroclimática.	36
5.3 Descripción agroclimática del área.	47
5.4 Definición de términos utilizados en las fichas agroclimáticas.	51
5.5 Fichas agroclimáticas.	55
6. RECOMENDACIONES.	95
7. LISTA DE REFERENCIAS.	97
8. TABELAS, GRAFICOS Y CARTAS.	98

## LISTA DE FIGURAS

### Figura

- 2.1.1 Isobaras medias y nubosidad diurna: Enero.
- 2.1.2 Isobaras medias y nubosidad diurna: Julio.
  
- 3.1.1 Regímenes pluviométricos en estaciones seleccionadas.
- 3.2.1 Regímenes térmicos en estaciones seleccionadas.
- 3.2.2 Variación de la temperatura media con la altitud: Enero.
- 3.2.3 Variación de la temperatura media con la altitud: Julio.
- 3.3.1 Regímenes higrométricos en estaciones seleccionadas.
- 3.4.1 Regímenes de nubosidad en estaciones seleccionadas.
- 3.4.2 Regímenes de horas de sol en estaciones seleccionadas.
- 3.4.3 Regímenes de radiación solar en estaciones seleccionadas.
- 3.5.1 Rosas de viento en estaciones seleccionadas.
  
- 4.1.1 Acumulación de grados-días sobre 10°C y período libre de heladas para estaciones seleccionadas.
- 4.2.1 Acumulación de horas de frío bajo 7°C y período de receso vegetativo en estaciones seleccionadas.

## LISTA DE TABLAS

### Tabla

- 1.1.1 Lista de estaciones climatológicas usadas.
- 1.1.2 Períodos de registro considerados.
  
- 3.1.1 Precipitación por estaciones.
- 3.2.1 Temperaturas medias por estación.
- 3.2.2 Temperaturas máximas por estación.
- 3.2.3 Temperaturas mínimas por estación.
- 3.3.1 Humedades relativas por estación.
- 3.4.1 Nubosidades por estación.
- 3.4.2 Horas de sol por estación.
- 3.4.3 Radiación solar por estación.
- 3.5.1 Vientos: dirección dominante, frecuencia y velocidad media por estación.
- 3.6.1 Evaporación por estación.
  
- 4.1.1 Días-grado sobre 10°C por estación.
- 4.2.1 Horas de frío bajo 7°C por estación.
- 4.3.1 Heladas: fechas de primera y última heladas y período sin heladas por estación.

## LISTA DE CARTAS

### Cartas

- 2.2.1 Topografía y ubicación de estaciones.
- 3.1.1 Isoyetas anuales (prob. 50%).
- 3.2.1 Temperatura máxima: Enero.
- 3.2.2 Temperatura mínima: Enero.
- 3.2.3 Temperatura media: Enero.
- 3.2.4 Temperatura mínima: Julio.
- 3.2.5 Temperatura máxima: Julio.
- 3.2.6 Temperatura media: Julio.
- 3.3.1 Humedad relativa: Enero.
- 3.3.2 Humedad relativa: Julio.
  
- 4.1.1 Acumulación de días-grado sobre 10°C: Sept.-Feb.
- 4.2.1 Horas de frío bajo 7°C: anual.
- 4.3.1 Período libre de heladas (prob. 50%).
- 4.5.1 Evapotranspiración potencial anual.
  
- 5.3.1 Distritos agroclimáticos.

## 1. INTRODUCCION.-

El presente trabajo agroclimáticas forma parte de un estudio integral de riego de los Valles de los ríos Aconcagua, Putaendo, La Ligua y Petorca a un nivel de factibilidad. Su objetivo fundamental es la definición de distritos con características agroclimatológicas relativamente homogéneas. Al mismo tiempo, entrega información climatológica básica útil a otras disciplinas contempladas en el estudio.

La definición de distritos se realizó sobre la base de limitantes agroclimáticas de carácter térmico e hídrico. Entre las primeras se cuentan las temperaturas medias y extremas, período libre de heladas, horas de frío y días-grado. Las limitantes hídricas están relacionadas con la distribución anual del excedente o déficit de agua entendido como la diferencia entre los totales de evapotranspiración potencial y precipitación.

La caracterización de cada distrito se concentra en una fórmula que contiene 12 elementos que definen la duración, intensidad y efecto acumulado de las condiciones térmicas e hídricas en los períodos invernal y estival. Se complementa la caracterización a través del efecto integrador de 14 cultivos cuya aptitud se califica por medio de un código.

El Capítulo 2 de este informe define el marco físico del estudio. Se reseñan los aspectos atmosféricos

ricos, oceánicos y de relieve que influyen sobre el clima de la región.

El Capítulo 3 del estudio da cuenta del comportamiento espacio temporal de los elementos meteorológicos observados: precipitación, temperatura, humedad, nubosidad, insolación, radiación solar, viento y evaporación.

En el Capítulo 4 se presentan los parámetros agroclimáticos derivados de las observaciones descritas en el punto anterior: días-grado, horas de frío, heladas y evapotranspiración potencial.

En el Capítulo 5 se describe el método usado para determinar los distritos agroclimáticos, se les caracteriza y se describe su aptitud para algunos cultivos de referencia.

### 1.1 Red de Estaciones y Períodos de Registro usados.-

La Tabla 1.1.1 presenta la lista de estaciones meteorológicas cuya información ha sido utilizada en este estudio. Se incluyen también las coordenadas geográficas de cada una de ellas y las variables meteorológicas observadas: Temperatura (T), Humedad relativa (H), Nubosidad (N), Insolación (I), Velocidad del Viento (V) y Evaporación (E). La Carta 2.2.1 incluye la ubicación de las estaciones. La gran mayoría de ellas está ubicada en el Valle del Aconcagua. Sólo Zapallar, La Ligua y Petorca representan el sector norte de la zona estudiada. Las observaciones de horas de sol (insolación), velocidad de viento y evaporación son particularmente escasas. Esta situación es más grave en el sector norte en que sólo se cuenta con temperatura en dos estaciones no costeras.

La Tabla 1.1.2 muestra el número de años en que se dispone de observaciones, para cada variable meteorológica. Es significativa la poca homogeneidad de los períodos con datos y la poca extensión de estos períodos para las variables que no sean temperatura y humedad.

Nuevamente se destaca en el sector norte interior la exigüedad de la información meteorológica básica, con sólo 9 años de observaciones de temperatura en La Ligua y 3 en Petorca.

## 1.2 Metodología.-

La definición de distritos agroclimáticos requiere de una densidad de estaciones climatológicas muy por encima de la existente. Esta situación se ve agudizada en un país como Chile, y en particular en la región del estudio, por una prominente orografía.

Intentar hacer una zonificación directamente con los valores recolectados en las estaciones existentes daría como resultado una división muy generalizada. Por esta razón se ha aplicado a este estudio una metodología relativamente elaborada basada en la orografía, mediante la cual es posible definir con mayor detalle las variaciones de los parámetros más relevantes.

En esta técnica se trazan cartas mensuales de variables que a su importancia agroclimática unen una dependencia de la altitud apreciable, pero comparativamente simple. Una vez trazados los mapas se leyeron valores en una red regular de puntos, separados por 12,5 Km. en las direcciones N-S y W-E. Las variables elegidas fueron temperatura media mensual, por su importancia en las características térmicas, humedad relativa, que junto a la temperatura se usó para calcular la evapotranspiración potencial, y precipitación, que unida a la demanda de agua determinan las características hídricas.

Con los valores de temperaturas medias mensuales y mediante correlaciones se calculan para cada

punto de la malla días-grado, horas de frío y período vegetativo. Por una técnica análoga se determinó la evapotranspiración potencial que junto a la precipitación fijan los criterios hídricos. Elementos adicionales como período de heladas, temperatura máxima del mes más cálido y temperatura mínima del mes más frío fueron objeto de un análisis separado.

Los elementos que definen la fórmula agroclimatica fueron estimados en lugares propicios al desarrollo de la agricultura, excluyendo las áreas de cerros (de altitud superior a 1500 m.) excepto en el macizo andino. En base a la fórmula agroclimática se definieron distritos dentro de los cuales las variaciones de los parámetros son modestas. A cada uno de ellos se les asoció una fórmula media que lo caracteriza. Finalmente, y como un elemento integrador de las características de cada distrito se analizó su aptitud agrícola determinada a partir de los requerimientos de algunos cultivos seleccionados.

## 2. FACTORES CLIMATICOS.-

En términos generales es posible definir tres grandes zonas climáticas en Chile continental. Las zonas Norte y Austral, con características cualitativamente invariables a lo largo del año y una región intermedia con alternancia estacional bien definida.

En la zona Norte, dominan durante todo el año condiciones áridas debidas principalmente a la presencia del sistema anticiclónico subtropical. Este régimen es interumpido ocasionalmente por la presencia de sistemas frontales asociados a depresiones móviles. El paso de sistemas ciclónicos a través de todo el año con una sucesión rápida de períodos húmedos y despejados caracteriza el tiempo atmosférico de la zona Austral. Si bien se manifiesta aquí una diferenciación estacional en el monto de agua caída, no llega a configurarse una estación seca.

Entre estos dos regímenes bien definidos existe una zona intermedia cuyo rasgo dominante es la alternancia de estaciones secas y húmedas. Las primeras están determinadas por la intensificación y extensión del anticiclón del Pacífico Sudoriental en los meses de verano mientras las segundas responden a la exposición a los sistemas ciclónicos migratorios en invierno.

## 2.1 Circulación General de la Atmósfera e Influencia Oceánica.

Las Figs. 2.1.1 y 2.1.2 muestran la posición media del anticiclón subtropical del Pacífico Sudoriental a nivel del mar en Enero y Julio, respectivamente.

El rasgo más característico, además de su desplazamiento al Sur en verano, es el aumento de gradiente bórico a lo largo del país en esta estación del año debido principalmente al desarrollo de una baja térmica en el noroeste argentino.

En primera aproximación, los vientos soplan paralelamente a las isobáras y en sentido contrario a los punteros del reloj en torno a los anticiclones ( $\Lambda$ ). Su intensidad media es proporcional al espaciamiento de las isobáras, lo que explica la mayor persistencia y fuerza de los vientos del S en Enero con respecto a Julio.

La nubosidad estratocumuliforme diurna es una característica principalmente de invierno al Norte de los  $30^\circ$  de latitud mientras en verano la nubosidad convectiva de ciclo diario en el Altiplano Andino alcanza su máximo desarrollo. Estas características se han representado en las Figs. 2.1.1 y 2.1.2 a partir de información objetiva obtenida en campos nubosos observados a las 14 horas por satélite y procesados por computador. (Miller y Feddes, 1971).

Las perturbaciones frontales viajan inmersas en el anillo de vientos del Oeste que se observa al Sur del anticiclón subtropical en las Figs. 2.1.1 y 2.1.2. La nubosidad media asociada a esas perturbaciones se ha incluido también en estas Figuras representando aproximadamente el área afectada por las trayectorias más frecuentes de estos sistemas de mal tiempo.

El anticiclón tiene asociada una gran estabilidad térmica que limita la propagación vertical de la influencia marina a una capa de alrededor de 800 m. a tiempo que frena movimientos de ascenso capaces de generar precipitación. Sólo en la estación fría las perturbaciones ciclónicas más energéticas logran interrumpir esta situación. A la latitud de la zona comprendida en el estudio y como consecuencia de la presencia del anticiclón, la influencia marina se ve severamente limitada por el relieve y sólo puede penetrar por el fondo de los valles.

## 2.2 Relieve e Hidrografía.-

La zona estudiada, Carta 2.2.1, corresponde a los valles transversales de los ríos Petorca, La Ligua y Aconcagua. La Cordillera de los Andes se encuentra aquí desplazada hacia el Océano Pacífico, definiendo un ancho territorial del orden de los 120 Km. Las cumbres cordilleranas usualmente sobrepasan los 5.000 m.

Las hoyas de los ríos Petorca y La Ligua tienen un carácter preandino, no alcanzando a desarrollarse hasta el límite por la presencia de afluentes del Choapa y del Aconcagua que captan los recursos nivosos de alta cordillera.

El relieve que se origina por los cordones de cerros transversales que unen las cordilleras de la Costa y de los Andes es bastante intrincado por la presencia de numerosos afluentes de los cursos principales.

El litoral no presenta planicies costeras muy desarrolladas y las zonas bajas sólo alcanzan una extensión apreciable en la desembocadura de los ríos Petorca y La Ligua y entre la bahía de Quintero y Concón.

El río Petorca presenta un curso sinuoso en su tramo final (al igual que los ríos La Ligua y Aconcagua), formando un valle estrecho que se ensancha al recibir desde el N el Estero Las Palmas. Más al interior, vuelve a ensancharse al dividirse en los ríos Pedernal y Sobrante.

Por el Norte, la hoya del Petorca está separada del valle del Quilimarí por el Cerro Cortadera y el macizo de Las Palmas y del valle del Choapa por el macizo del Portezuelo Pedernal. Hacia la costa, se presentan estribaciones que forman quebradas de poco desarrollo (Los Molles, Manzano y Guaquén). El valle del río Petorca queda limitado por el S por una cadena transversal de cerros que termina en el Cerro Pulmahue.

El río La Ligua presenta un valle estrecho y sinuoso en su curso inferior. Más arriba de Cabildo se ensancha y se divide en sus afluentes, el río Alicahue desde el NE y el Estero de Los Angeles desde el SE.

Las desembocaduras de los ríos Petorca y La Ligua están juntas. Más al Sur por la costa se desarrollan algunos cerros alrededor de Papudo (C<sup>a</sup> Ceniza) que se extienden hasta la costa. Al Sur de este macizo se encuentra el Estero de Catapilco, cuya orientación sugiere una antigua desembocadura del río La Ligua.

Al Sur del valle de La Ligua se desarrolla en forma clara la Cordillera de la Costa, formando un macizo de orientación N-S entre ese valle y el Aconcagua.

El valle del Aconcagua es mucho más amplio que los anteriores. El río recibe numerosos afluentes durante su curso, entre ellos el Estero de Limache, el Estero El Cobre (a la altura de La Calera), el Estero Los Loros en Llay-Llay, el Estero de Catemu, el río Putaendo desde el N y el Estero Pocuro desde el S a la altura de San Felipe y en la cordillera los ríos Colorado y Blanco. El valle se amplía notablemente en algunos sectores, como en Limache-Quillota, Llaillay-Catemu y especialmente en la cuenca de San Felipe-Los Andes.

Una cadena de cerros separa la zona costera de Puchuncaví del río Aconcagua y Estero El Cobre quedando unida a la Cordillera de la Costa por la Cuesta de El Melón. Al interior una cadena transversal de cerros sepa

ra al río Putaendo de la hoya del río La Ligua. Entre los ríos Putaendo y Colorado se ubica un macizo que enmarca por el NE a la cuenca de San Felipe-Los Andes.

Al S del Aconcagua la Cordillera de la Costa desarrolla cumbres importantes formando un cordón de orientación N-S. Hacia la costa se forma una zona de relieve moderado, con algunas quebradas profundas como el Estero de Viña del Mar, Laguna Verde, Quintay, Estero Casablanca y otros.

Entre la Cordillera de la Costa y los Andes se desarrolla un cordón de cerros que cierra por el S el valle del Aconcagua, correspondiente a las cuevas de Las Chilcas y Chacabuco. Se une por el oriente al macizo preandino que separa al río Blanco de la cuenca de Los Andes-San Felipe.

Al S del Aconcagua se desarrolla la cuenca de Santiago, que en su parte N comprende las zonas de Til-Til-Eatuco y Chacabuco.

### 3. ELEMENTOS CLIMATICOS PRIMARIOS.

A continuación se describen las magnitudes y las variaciones de los parámetros meteorológicos observados rutinariamente. En el capítulo siguiente se hace igual cosa con aquéllos derivados a partir de éstos.

#### 3.1 Precipitación.-

La información de precipitación a nivel anual ha sido tomada del estudio hidrológico del proyecto integral. La Carta 3.1.1 muestra los montos anuales de precipitación con probabilidades de excedencia del 50% para la región. El patrón pluviométrico definido consta de 10 estaciones para las cuales se calcularon montos mensuales. Las estaciones que forman el patrón están identificadas por un asterisco en la Tabla 3.1.1 que incluye los montos mensuales y anuales de todas las estaciones usadas en el trazado de las cartas mensuales. En las estaciones no incluidas en el patrón se distribuyó la cifra anual, calculada en el estudio hidrológico, en proporción a los valores medios mensuales publicados por Ramírez (1971).

La Fig. 3.1.1 presenta los regímenes anuales de precipitación en seis estaciones (incluidas en el patrón). Toda la región se caracteriza por un máximo invernal de precipitación claramente definido y un período estival seco. Para interpretar las diferencias entre las

estaciones se debe recordar que las perturbaciones ciclónicas que originan la precipitación truen asociados vientos de componente NW en los niveles intermedios y altos. Es rodo que las laderas expuestas a esta dirección intensificarán la precipitación en tanto que las opuestas atenuarán sus montos. Lo esporádico de las depresiones impide que las componentes Norte aparezcan como dominantes en los registros de viento.

Las estaciones de Punta Angeles, Limache, Fiecillos y en menor grado La Ligua manifiestan el acentuamiento orográfico. Al paso que Catemu y San Felipe se ubican dentro de regiones afectadas por las sombras pluviométricas.

### 3.2 Temperaturas.-

La distribución de temperaturas está efectuada fuertemente por la distancia al océano y el relieve. La Tabla 3.2.1 muestra las temperaturas medias en las estaciones ubicadas en la región.

La temperatura media anual en la costa es cercana a 14°C y aumenta hacia el interior por los valles. En La Ligua y en La Cruz-Quillota supera 15°C y al interior de los valles se superan los 16°C (San Felipe-Los Andes). Por efecto de las alturas, la temperatura disminuye en la Cordillera de los Andes (Juncal: 10,1°C)

La oscilación anual aumenta desde la costa alcanzando un máximo en los valles interiores. En la costa se observan amplitudes anuales de 5-6°C. En el curso interior de los valles se alcanzan 8°C (La Ligua, la Cruz y Quillota) y en el sector medio se superan los 10°C (Petorca), alcanzando en el sector de San Felipe-Los Andes valores superiores a 12°C de amplitud anual.

Por efecto de la altura, las amplitudes disminuyen en la Cordillera de Los Andes (Juncal: 10.4°C).

En la Fig. 3.2.1 se presentan las variaciones anuales de temperatura media, máxima y mínima de ocho estaciones seleccionadas representativas del régimen costero, curso inferior y superior de los valles y una estación de altura.

La inercia térmica del océano se refleja en las estaciones costeras, que presentan oscilaciones anuales y diarias de temperatura moderada. La amplitud diaria ( $T_{\text{máx}} - T_{\text{mín}}$ ) es de unos 8°C en la costa y aumenta por encima de 17°C en el interior de los valles.

Las Tablas 3.2.2 y 3.2.3 listan los valores de las temperaturas máximas y mínimas medias mensuales.

Las Figs. 3.2.2 y 3.2.3 muestran la distribución de temperaturas en función de la altura para los meses de Enero y Julio respectivamente. En verano (Enero)

se observa el máximo de temperatura que ocurre en el sector San Felipe-Los Andes, acompañado de una gran oscilación diaria representada por la separación entre las curvas de temperaturas máximas y mínimas. En invierno desaparece el núcleo cálido de San Felipe-Los Andes en la temperatura media, pero aún se observa en  $T_{máx}$ . La convergencia de las curvas hacia el nivel del mar muestra la influencia oceánica. Por encima de los 2000 m la variación de la temperatura con la altura se acerca al valor medio observado en la atmósfera ( $-6,5^{\circ}\text{C}/\text{Km}$ ).

El relieve tiene una fuerte influencia sobre la distribución espacial de temperaturas y de otros parámetros meteorológicos. La influencia oceánica se extiende de tierra adentro en aquellas zonas costeras bajas como la desembocadura de los ríos Petorca y La Ligua y la región de Puchuncaví y desembocadura del Aconcagua. Los cerros altos presentan temperaturas más bajas que los valles cercanos, destacando los cordones altos de la Cordillera de la Costa ubicados entre los ríos Ligua y Aconcagua y al Sur de éste último. Los valles son más cálidos destacando especialmente en el Aconcagua el sector San Felipe-Los Andes donde se forma una cuenca.

#### Temperaturas de Enero.

La distribución de temperaturas máximas en Enero se presentan en la Carta 3.2.1. Se observa un aumento desde la costa ( $22^{\circ}\text{C}$ ) hasta el fondo de los valles. Hay un gradiente marcado cerca de la costa en las zonas

en que el relieve sube rápidamente. En los cerros de la Cordillera de la Costa la temperatura disminuye con la altura hasta  $24^{\circ}\text{C}$ , mientras en los valles adyacentes hay alrededor de  $28^{\circ}\text{C}$ . En la zona de San Felipe-Los Andes se alcanza el máximo de la región que supera los  $32^{\circ}\text{C}$ . En la cordillera, la temperatura disminuye rápidamente con la altura (Vilcuya  $28,5^{\circ}\text{C}$ , Juncal  $22^{\circ}\text{C}$ ).

La temperatura mínima de Enero, Carta 3.2.2, presenta pocas variaciones espaciales. La temperatura decrece desde la costa ( $13^{\circ}\text{C}$ ) hacia el interior ( $11^{\circ}\text{C}$  en La Ligua y Quillota) y luego aumenta en el fondo de los valles ( $12^{\circ}\text{C}$  en Petorca y San Felipe-Los Andes). Por efecto de la altura, las cumbres de los cerros de la Costa muestran temperaturas menores que  $10^{\circ}\text{C}$ . En los Andes, la temperatura baja a  $10^{\circ}\text{C}$  a los 2000 m.

La distribución de temperaturas medias de Enero se presenta en la Carta 3.2.3. Aumentan desde la costa ( $17^{\circ}\text{C}$ ) hasta un máximo en el interior de los valles que supera los  $21^{\circ}\text{C}$  en el Sector de Petorca-Río Ligua y los  $22^{\circ}\text{C}$  en San Felipe-Los Andes. Los cerros de la Costa muestran temperaturas menores de  $20^{\circ}\text{C}$  mientras que en los Andes la disminución con la altura alcanza a  $16^{\circ}\text{C}$  a los 2000 m.

### Temperaturas de Julio.-

Las variaciones de temperatura en esta época del año no son muy pronunciadas por la disminución de la insolación.

Las temperaturas máximas oscilan entre 15°C en la Costa y 17°C en el interior de los valles. Las cumbres de la Cordillera de la Costa muestran valores menores de 15°C. En los Andes, la temperatura disminuye a 12°C a los 2000 m. de altura.

La temperatura mínima de Julio se muestra en la Carta 3.2.4. Existe una disminución paulatina desde la costa hasta los pies de los Andes, en que se hace más rápida con la altura. En la Costa se observan 8°C, con un gradiente algo marcado en la zona litoral que disminuye a 5°C en Quillota y La Ligua. Las cumbres de la Cordillera de la Costa presentan temperaturas menores de 2°C. En el sector San Felipe-Los Andes la temperatura supera los 2,5°C y luego disminuye en los Andes hasta 0°C aproximadamente a los 2000 m. de altura.

La Carta 3.2.5 exhibe las temperaturas máximas para el mes de Julio.

La distribución de temperatura media en Julio se presenta en la Carta 3.2.6, mostrando pocas variaciones espaciales. En la costa se observan temperaturas superiores a 11°C, disminuyendo a unos 10°C en Petorca y

el sector de San Felipe-Los Andes. Las cumbres de la Costa presentan valores bajo los  $8^{\circ}\text{C}$ , mientras que en los Andes se llega a  $6^{\circ}\text{C}$  a los 2000 m.

### 3.3 Humedad Relativa.-

La configuración general del campo de humedad relativa puede apreciarse de los mapas de esta variable para Enero y Julio, Cartas 3.3.1 y 3.3.2. En Enero la humedad relativa varía desde algo más de un 80% en el sector litoral hasta alrededor de 55% en la zona cordillera al Este de Los Andes. Para el mes de Julio estos valores extremos aumentan sólo en un 5% observándose más de 85% en la costa y 60% en toda la región cordillera.

La influencia oceánica manifestada en humedades relativas altas se extiende claramente por los valles hacia el interior en el invierno. Así, valores cercanos al 85% se observan hasta Llay-Llay en esta estación.

En verano, en cambio, la zona en torno a Llay-Llay no sobrepasa 65% y el sector Calera-Quillota presenta valores alrededor del 75%.

El bolsón de San Felipe-Los Andes, como consecuencia de lo anterior, presenta humedad relativa muy homogénea en verano, entre 55 y 65%, mientras en invierno oscila entre 60% en su sector oriental y 80% en el occidental.

Los valles del Petorca y Ligua deben presentar también una influencia marítima marcada en invierno y muy débil en verano. Sin embargo, no es posible definir más claramente esta situación ya que en estos valles no se cuenta con datos de humedad relativa.

La marcha mes a mes de la humedad relativa se presenta en la Fig. 3.3.1. La amplitud de la oscilación anual es mínima en Zapallar (menos de 4%) en tanto que Punta Angeles muestra un valor algo superior (7%). La amplitud anual aumenta a medida que nos adentramos por el valle del Aconcagua: 12% en La Cruz, 27% en Llay-Llay y Los Andes.

Los valores de las humedades relativas medias se listan en la Tabla 3.3.1 y las Cartas 3.3.1 y 3.3.2 muestran los campos de humedad relativa en los meses de Enero y Julio.

#### 3.4 Nubosidad, horas de sol y radiación solar.-

El régimen de nubosidad costero representado por las estaciones de Quintero, Pta. Angeles y Montemar se caracterizan por nubosidad abundante, entre 4 y 6 décimas de cielo, que corresponde fundamentalmente a los estratocúmulos costeros. El ciclo anual que se observa, con un mínimo en verano, corresponde a la tendencia a despejarse después de medio día, que se presenta más acentuada en esta estación que en invierno.

En la zona correspondiente al curso medio del Aconcagua, las estaciones de El Belloto, Quillota y Llay-Llay muestran una nubosidad decreciente a medida que nos adentramos en el valle con una amplitud anual más acentuada que en la zona costera. Así, la nubosidad media mensual varía entre 2.5 y 6 décimas en Belloto, entre 2 y 5 décimas en Quillota y entre 1.5 y 4.5 aproximadamente en Llay-Llay. Esta variación espacial se debe a la influencia del aire marítimo que penetra por el valle con su nubosidad asociada.

La tendencia a una disminución de la nubosidad valle adentro se observa sólo en verano en Los Andes. Probablemente la nubosidad de origen frontal, característica del período invernal, tarda más en disiparse al pie de la cordillera que en el curso medio del valle cuya nubosidad refleja influencia marítima. De esto resulta que la nubosidad de invierno en Los Andes es muy similar a la observada en Quillota.

Finalmente, El Cristo Redentor muestra en invierno una cobertura nubosa media casi idéntica a Los Andes. La diferencia se encuentra en el régimen estival de la alta cordillera en que hay frecuente nubosidad de tipo convectivo o derivada de ella que afecta en esta estación la cordillera norte y central de Chile.

Las nubosidades medias expresadas en decimos de cielo cubierto se incluyen en la Tabla 3.4.1 y se encuentran graficadas en la Fig. 3.4.1.

La información de horas de sol disponible para la zona es muy escasa. En la Tabla 3.4.2 y la Figura 3.4.2 se presentan valores para Los Andes, Lliu-Lliu y Valparaíso, junto a los de Santiago. Si bien, parece claro que las horas de sol presentan un máximo en el curso intermedio de los valles, las cifras de Lliu-Lliu son excesivas y parecen responder a una condición muy local. Los valores de la costa son menores debido a la cobertura de estratocúmulos propios del régimen anticiclónico de costa Oeste. Las cifras de Los Andes concuerdan con las de Santiago, con niveles algo mayores en invierno.

Los registros de radiación solar disponibles se presentan en la Tabla 3.4.2 y la Fig. 3.4.3. En ellas aparecen valores similares para las cuatro estaciones incluidas, lo que resta firmeza a los registros de insolación en Lliu-Lliu. Los valores fluctúan entre 570 y 130 ly/día entre Enero y Junio con un promedio anual de 360 ly/día.

### 3.5 El Viento.-

El viento es un parámetro particularmente condicionado por la exposición del instrumento y el relieve local.

En la Fig. 3.5.1 se muestran las rosas de frecuencia para Pta. Angeles, Quillota y Los Andes. Las dos

primeras estaciones exhiben una clara dominancia de los vientos del S y SW, en oposición a Los Andes donde casi todas las direcciones comparten las observaciones. Este rasgo es provocado por la vecindad del macizo andino que en verano genera circulaciones convectivas relativamente enérgicas y cuya intensidad decrece en los meses fríos. Las frecuencias de calmas, indicadas en los círculos, muestran un monto anual análogo en Pta. Angeles y Los Andes, y algo menor en Quillota.

La Tabla 3.5.1 incluye, a nivel mensual, la dirección dominante y su frecuencia de ocurrencia expresada en tanto por ciento. Bajo esta cifra aparece la fuerza media del viento, sin considerar la dirección de origen, en nudos (millas náuticas por hora). La dirección SW domina el cuadro con la excepción de LlaiLlay y El Belloto. La primera ubicada en la ladera Sur de una cadena de cerros que se extiende de W a E observa de preferencia vientos del W. Los registros de El Belloto, con marcada componente del W reflejan la fuerte influencia de la brisa marina durante el día.

### 3.6 Evaporación.-

La Tabla 3.6.1 incluye los valores mensuales de evaporación medidos en bandejas Tipo A (Weather Bureau) en tres estaciones de la región. Los valores de Los Andes obtenidos entre los años 1913-1928 parecen demasiado bajos

en comparación a los de Vilcuya, cuyos registros cubren el período 1965-1974. Por este motivo no fueron usados en la estimación de la evapotranspiración potencial.

#### 4. PARAMETROS AGROCLIMATICOS.-

Se describe a continuación el comportamiento de los principales parámetros agroclimáticos, indicándose los aspectos más relevantes de la metodología usada en su determinación.

##### 4.1 Días-grado.-

Con el fin de representar las disponibilidades térmicas que existen en la región para el crecimiento de las plantas, se ha estimado la acumulación de temperaturas diarias sobre un valor umbral, definida por:

$$Dg = \sum_1^N (T_i - T_u) \delta_i \quad \text{en que } \delta_i = 1 \text{ si } T_i - T_u > 0$$

$$\delta_i = 0 \text{ si } T_i - T_u \leq 0$$

$Dg$  : días-grado acumulados en un mes.

$T_i$  : temperatura media del día  $i$

$T_u$  : temperatura umbral sobre la cual se computan los días-grado.

$N$  : número de días en el mes.

$\delta_i$  : factor ponderante que toma los valores 0 ó 1.

Cuando la temperatura media del mes,  $\bar{T} \gg T_u$ , se puede usar

$$Dg = N \cdot (\bar{T} - T_u)$$

Para valores de  $\bar{T}$  próximos a  $T_u$  esta aproximación no es válida. Puede usarse el método de Aceituno (1978) cuando existen valores de la desviación standard de la temperatura mes a mes. A partir de este método, se estableció una correlación empírica entre temperaturas medias mensuales y días-grado acumulados sobre  $10^\circ\text{C}$  (temperatura umbral para cultivos de verano), válida para la región central de Chile.

A partir de las cartas de temperaturas medias mensuales, se han obtenido los días-grado en cada punto de la malla regular usada en la región. En la Carta 4.1.1 se han representado las disponibilidades térmicas sobre  $10^\circ\text{C}$  para el período Septiembre-Febrero, que es la época de mayor desarrollo vegetativo.

La distribución de días-grado muestra un aumento desde la costa (900 días-grado) hasta alcanzar un máximo en los valles interiores para luego disminuir rápidamente en la cordillera.

En Quillota se observan 1200 días-grado, en Llay-Llay 1300 días-grado, en la zona de San Felipe-Los Andes se alcanza un máximo sobre 1400 días-grado que disminuye rápidamente hasta bajar a unos 400 días-grado en Juncal. En los cerros de la Cordillera de la Costa la

acumulación térmica disminuye por debajo de 1200 días-grado por efecto de la altura. En La Ligua se observan 1200 días-grado y al interior de los valles Petorca y La Ligua se forma un núcleo que supera los 1300 días-grado.

La Tabla 4.1.1 lista los días-grado sobre 10°C por mes para las estaciones de la región. Sus acumulaciones se han graficado en la Fig. 4.1.1.

#### 4.2 Horas de Frío.-

Ciertas especies vegetales como las frutales requieren de una cantidad acumulada de frío para poder fructificar adecuadamente (vernalización), que se expresa usualmente como el número de horas en que la temperatura ha permanecido bajo 7°C. Las horas de frío acumuladas mes a mes se han calculado a partir de una regresión lineal entre el valor de temperatura mínima observada y el número de horas en que la temperatura ha estado por debajo de 7°C. Esta regresión ha sido determinada en varias estaciones de la zona central del país y su aplicabilidad a la región del estudio está avalada por la similitud de los ciclos térmicos diarios y por el análisis de los datos de la estación agrícola de La Cruz.

A partir de la regresión entre valores diarios, se ha construido una relación entre temperaturas

mínimas medias mensuales y horas de frío acumuladas en el mes. Esta relación se ha usado para estimar horas de frío en las estaciones meteorológicas que tienen medidas de temperaturas y con ellas se ha construido la Carta 4.2.1 que muestra la suma anual de horas de frío en la región. Estas varían desde menos de 100 horas/año en la costa hasta más de 2000 horas/año sobre los 2000 m. de altura. Hay aumento rápido de las horas de frío al alejarse de la costa, más importante en las zonas con relieve alto (Valparaíso).

En el valle del Aconcagua se observan más de 600 horas en Quillota y más de 1200 a la altura de Llay-Llay. La región de San Felipe-Los Andes muestra unas 1400 horas y en Vilcuya se superan las 1800 horas/año.

En La Ligua se observan cerca de 600 horas, las que aumentan por el valle hacia el interior.

Los cerros de la Cordillera de la Costa presentan un mayor número de horas de frío que los valles por efecto de la altura.

La Tabla 4.2.1 contiene los valores mensuales de horas de frío bajo  $7^{\circ}\text{C}$  y la Fig. 4.2.1 presenta la acumulación de ellas. En la figura se ha indicado con un achurado el período de receso vegetativo (temperaturas medias mensuales por debajo de  $10^{\circ}\text{C}$ ).

### 4.3 Heladas.-

La ocurrencia de heladas puede dañar seriamente algunos cultivos, especialmente si es intensa y de duración prolongada. En este trabajo se usa como definición de helada la observación de una temperatura mínima igual o menor que 0°C en el cobertizo meteorológico. Esta definición es de uso generalizado, pero cabe advertir que las temperaturas cercanas al suelo son algo menores que las observadas en el cobertizo. Según Rodríguez (1973), las temperaturas mínimas de pasto (aproximadamente 5 cm. sobre el suelo) son unos 3°C más bajas que las mínimas en el cobertizo. Por lo tanto, las heladas a nivel del suelo serán más intensas y más numerosas que las heladas definidas por la temperatura de cobertizo.

Para los efectos de selección de cultivos y épocas de siembra y cosecha, interesa fundamentalmente el período del año libre de heladas. Para definirlo, se han recolectado las fechas en que se observan la primera y última heladas cada año y se han ordenado para determinar los valores medianos (50% probabilidad) de ocurrencia de la primera y última heladas en el año. (Tabla 4.3.1). Con ellos se han trazado dos cartas de fecha de primera y última heladas. A partir de ellas se ha trazado la Carta 4.3.1 donde se presenta la duración del período libre de heladas, definido como el intervalo entre la última helada (50%) y la fecha de la primera helada del año siguiente (50%).

En la costa no se observan heladas. La ocurrencia de ellas aumenta hacia el interior, pasando por un sector con heladas ocasionales en algunos años a la ocurrencia anual.

La fecha de la primera helada del año (50%) se adelanta a medida que nos retiramos de la costa. En Quillota comprende al 1° de Julio, en la región de San Felipe-Los Andes algo después del 1° de Junio y en Juncal alrededor del 20 de Abril. Con la fecha de la última helada del año (50%) ocurre lo inverso: las heladas son más tardías lejos de la costa. En el sector de Quillota la última helada ocurre el 1° de Agosto y en el sector San Felipe-Los Andes un poco antes del 1° de Septiembre. En Juncal se observan heladas hasta el 15 de Noviembre.

Como consecuencia de lo anterior, el período libre de heladas disminuye a medida que nos alejamos de la costa. Existe una zona litoral con 11 ó más meses sin heladas que penetra por los valles alcanzando La Ligua y Quillota. En el sector de San Felipe-Los Andes hay un período sin heladas superior a 9 meses, que decrece rápidamente con la altura hasta alcanzar sólo 5 meses en Juncal.

Por efecto de la altura, el período libre de heladas en los cerros de la Cordillera de la Costa es menor de 8 meses.

El número de heladas al año tiene también una

variación marcada con la altura (Rodríguez, 1973), desde 0 en la costa hasta más de 100 heladas/año sobre los 2500 m. En el sector de Quillota se observa en promedio menos de 10 heladas por año, aumentando en la zona de San Felipe-Los Andes hasta algo más de 20 heladas/año,

La Tabla 4.3.1 lista las fechas de ocurrencia de la primera y última helada con una probabilidad de un 50% y la duración, en días, del período libre de ellas. La tabla incluye además la fecha, la helada más temprana y la más tardía en el período de registro usado así como el número de años que lo constituyen. El período carente de heladas se ha representado en la Fig. 4.1.1 a través de un achurado sobre el eje de las abscisas.

#### 4.4 Período de Receso Vegetativo.-

El período de receso vegetativo corresponde al número de meses en que la temperatura media mensual se encuentra por debajo de los 10°C. En la región los valores determinados fluctúan entre 0 y 7 meses desde el litoral hasta el sector andino. Sin embargo, en los fondos de los valles rara vez se exceden los 3 meses.

#### 4.4 Evapotranspiración Potencial.-

La estimación de la evapotranspiración potencial se efectuó mediante una fórmula empírica aplicada mes a mes en cada punto de una malla regular.

Debido a la escasez de información meteorológica con que se cuenta, no es posible utilizar métodos elaborados como el de Penman por estimar la evapotranspiración potencial en toda la región. Por ello, Climdata ha desarrollado una fórmula basada sólo en dos elementos climáticos, temperatura y humedad relativa del aire, de los cuales se tiene mayor información.

La fórmula usada es:

$$E_0 = 0.31(T + 2)T - 1.67(HR - 76)$$

donde:

$E_0$ : Evapotranspiración potencial mensual (mm/mes).

T: Temperatura media mensual (°C).

HR: Humedad relativa media mensual (%).

La fórmula fue desarrollada a partir de valores de evapotranspiración potencial estimados en la región central de Chile con lecturas de evaporímetro corregidas según el método propuesto por Dorenbos y Pruitt (1975).

Para aplicar la fórmula se trazaron cartas mensuales de temperatura y humedad relativa, las cuales se leyeron en cada punto de la malla regular. Con la fórmula se estimaron los valores evapotranspiración potencial cada mes en cada uno de los puntos de la malla.

La Carta 4.4.1 muestra la evapotranspiración potencial anual, calculada a partir de los valores mensuales.

#### 4.6 Regímenes Hídricos.-

La caracterización hídrica se ha efectuado mediante la relación precipitación-evapotranspiración potencial, o índice de humedad  $I_h$ , y los déficit o excedentes de agua. Estos últimos corresponden a las diferencias, positivas o negativas, entre las precipitaciones y la evapotranspiración potencial.

Se ha definido el período seco como la época del año en que las precipitaciones cubren menos del 50% de la demanda fijada por la evapotranspiración potencial ( $I_h < 0.5$ ). El período húmedo corresponde a la época del año en que las precipitaciones son iguales o superiores a la demanda ( $I_h > 1.0$ ).

El período seco es bastante homogéneo en la

región variando entre 7 y 8 meses de Sur a Norte. El período húmedo es más variable, fluctuando entre 1 y 4 meses. En general, los valores crecen de 3 a 4 meses de Norte a Sur, pero en las localidades con sombra pluviométrica desciende hasta un mes.

Los déficit hídricos estivales son, para todo efecto práctico, iguales a la demanda, pues las sumas pluviométricas son muy inferiores a la precisión con que se determina la evapotranspiración potencial. Los excesos hídricos invernales, definido por la suma de los excesos de los meses de Junio, Julio y Agosto, son muy variables. A grandes rasgos aumentan de Norte a Sur, pero la influencia orográfica es el factor dominante en la variación espacial. Los valores fluctúan entre cifras que sobrepasan los 200 mm y los valores inferiores a 20 mm.

## 5. DISTRITOS AGROCLIMATICOS.-

La adaptación y productividad de las plantas cultivadas está regulada fundamentalmente por dos aspectos del clima: disponibilidad térmica y disponibilidad hídrica.

El aprovechamiento de la energía solar disponible por parte de los vegetales depende de diversos factores físicos del ambiente tales como la intensidad de la radiación solar incidente, la temperatura del aire, fotoperíodo y disponibilidad de agua. De todos estos parámetros, la temperatura y los parámetros derivados de ella, han sido los más ampliamente utilizados en los estudios fitoecológicos del clima. La existencia de datos de temperatura para diversas localidades es una razón adicional para su uso en este tipo de estudios.

Las disponibilidades de agua en una región son determinantes para el crecimiento de las plantas. El déficit hídrico que puede producirse en algunos meses es un factor limitante de los rendimientos si no se cuenta con riego. Es por ello fundamental establecer la relación entre la demanda potencial de agua por las plantas o evapotranspiración potencial y la cantidad aportada por las precipitaciones.

La metodología utilizada en este estudio, define las condiciones térmicas e hídricas de las estaciones

extremas del año (verano e invierno), y con ellas se ha realizado una división de la región en distritos agroclimáticos que presentan características estivales e invernales homogéneas.

Tanto las condiciones térmicas como hídricas de verano e invierno se caracterizan por su duración, su efecto acumulado y los valores extremos alcanzados durante el período.

La descripción del método de cálculo de cada uno de los parámetros usados en este trabajo se presenta a continuación. Se incluyen precipitaciones, temperaturas, período libre de heladas, período de receso vegetativo, días-grado, horas de frío, evapotranspiración potencial, índice de humedad, períodos húmedos y secos y déficit y exceso de agua.

#### 5.1 Trazado de los distritos agroclimáticos.-

Para definir unidades espaciales o distritos agroclimáticos, con características homogéneas, se vertieron las fórmulas agroclimáticas calculadas en cada punto de la malla regular de 5 cm de paso en una escala 1:250.000. Usando como respaldo un mapa con relieve realizado, se trazaron los límites de los distritos, considerando para ello los accidentes orográficos más destacados

(cadenas montañosas, valles encerrados, vertientes occidentales u orientales, grado de penetración de la influencia marina).

Para efectuar el primer trazado de zonas se jerarquizó la información contenida en las fórmulas, dando mayor importancia a las semejanzas en la categoría térmica estival. Posteriormente se efectuaron subdivisiones tomando en cuenta las categorías térmicas invernales y las categorías hídricas de verano e invierno.

Por necesidad de representación los límites aparecen como líneas en el trazado. Al respecto debe tenerse presente que los parámetros agroclimáticos varían en forma continua, por lo que en su interpretación sólo deben tomarse como una referencia general.

## 5.2 Fórmula Agroclimática.-

Con el propósito de presentar en forma sintética las condiciones térmicas e hídricas de verano e invierno, se han vertido a una fórmula simbólica los valores de los parámetros que caracterizan las cuatro condiciones estacionales definidas en el trabajo.

La fórmula esta dividida en cuatro cuadrantes, utilizándose el superior izquierdo para las características

térmicas estivales, el superior derecho para las características térmicas invernales y los sectores inferior izquierdo y derecho para las características hídricas estivales e invernales respectivamente.

Características Térmicas Estivales	Características Térmicas Invernales
Características Hídricas Estivales	Características Hídricas Invernales

Para cada caracterización se emplea la siguiente codificación:

- La Duración Está caracterizada por una letra minúscula que corresponde al número de meses (a = 1 mes, l = 12 meses), de acuerdo a la clave de duración que se adjunta.
- El Efecto Acumulado (Días-grado, horas de frío, déficit o exceso de precipitaciones), está representado por la cifra de centenas (ej: 800 a 899 se representa por 8; 500 a 599, por 5, etc.).

- El Valor      Va entre paréntesis, representa los ex-  
Extremo        tremos térmicos e hídricos de invierno  
                  y verano.

En la figura siguiente se presenta un ejemplo de fórmula agroclimática:

Período libre heladas	Acumulación térmica estival (días-grado)	$\bar{T}$ máx Enero	Período de receso vegetativo	Acumulación de horas de frío	$\bar{T}$ min Julio
-----------------------------	---------------------------------------------------	------------------------	------------------------------------	------------------------------------	------------------------

j	11	(29)	c	11	(3)
g	10	(0)	d	2	(3)

Período seco	Déficit hídrico estival	Índice de humedad estival	Período húmedo	Excedente hídrico invernal	Índice de humedad invernal
-----------------	-------------------------------	---------------------------------	-------------------	----------------------------------	----------------------------------

EJEMPLO DE FORMULA AGROCLIMATICA DE UNA LOCALIDAD HIPOTETICA

CODIGO DE DURACION DE LOS PERIODOS AGROCLIMATICOS

a' :	Fenómeno no ocurre.	g :	7 meses
a :	1 mes	h :	8 meses
b :	2 meses	i :	9 meses
c :	3 meses	j :	10 meses
d :	4 meses	k :	11 meses
e :	5 meses	l :	12 meses
f :	6 meses	l' :	Fenómeno ocurre continuamente a través del año.

INTERPRETACION DE LA FORMULA DEL EJEMPLO

- Características Térmicas Estivales.

- j : Período libre de heladas dura alrededor de 10 meses.
- 11: Acumulación térmica estival entre 1100 y 1199 días-grado.
- (29): Temperatura máxima de Enero entre 29 y 29,9 °C.

- Características Térmicas Invernales.

- c : Período de receso vegetativo dura 3 meses.
- 11: Acumulación de horas de frío, entre 1100 y 1199.
- (3): Temperatura mínima del mes más frío entre 3 y 3,9 °C.

- Características Hídricas Estivales

- g: Período seco dura alrededor de 7 meses.
- 10: Déficit hídrico de primavera-verano, entre 1000 y 1099 milímetros.
- (0): Índice de humedad de los tres meses más cálidos inferior a 0.1

- Características Hídricas Invernales

- d : Período húmedo dura alrededor de 4 meses.
- 2 : Excedente hídrico invernal entre 200 y 299 mm.
- (3): Índice de humedad de los tres meses más fríos, entre 3 y 3,9.

CODIGOS AGROCLIMATICOS DE LOS CULTIVOS

El valor de cada parámetro de la fórmula agroclimática comparado con los requerimientos de un cultivo, puede estar:

	<u>Número del código</u>
Por sobre los requerimientos óptimos	3
En el intervalo óptimo	2
Por debajo de los requerimientos	1
En el intervalo limitante para el desarrollo	0
El parámetro en cuestión no influye	-

De este modo, el código tiene 4 posiciones de las cuales 3 y 1 representan cierto grado de limitación por exceso y deficiencia respectivamente; 2 representa el valor óptimo o no limitante y 0 corresponde a una severa limitación impuesta al desarrollo del cultivo.

Para los cultivos de verano se consideran sólo las categorías térmicas (CTE) e hídricas (CHE) estivales. Para los cultivos de invierno se consideran las categorías térmicas e hídricas invernales, (CTI) y (CHI).

En el caso de los frutales se consideran las categorías térmicas e hídricas del verano, (CTE) y (CHE); y la categoría térmica invernal, (CTI).

A continuación se indican dos ejemplos de interpretación del código agroclimático:

Ejemplo 1: Maíz en la localidad cuya fórmula es:

i 10 (27)	c 7 (5)
f 6 (0)	e 5 (6)

Esta localidad posee las siguientes características térmicas e hídricas durante el verano:

CTE:            i 10 (27)            CHE:            f 6 (0)

CODICO        2 1 2                                    0 1 0

para  
Maíz

### Interpretación

El período libre de heladas (i) es suficientemente largo por lo que no representa limitación (2). La suma de temperaturas es levemente inferior a los requerimientos del maíz (1). Las temperaturas máximas del verano están dentro del intervalo aceptado por el maíz (2).

Desde el punto de vista hídrico, la estación seca (7) es demasiado larga lo que limita el cultivo en

secano (0). El déficit hídrico estival introduce cierto grado de limitación (1) y el índice de humedad estival es demasiado bajo como para permitir el cultivo en seca no (0).

Luego en esta localidad el cultivo del maíz deberá cultivarse bajo riego, sufriendo una leve limitación por deficiencia térmica estival.

Ejemplo 2: Manzano en la misma localidad:

CTE: i 10 (27)      CHE: f 6 (0)      CTI: c 7 (5)

CODIGO 2 2 2                      0 0 0                      2 1 2

para  
Manzano

#### Interpretación

Durante el verano no existe limitación por temperatura, los 3 parámetros de la fórmula están dentro de los rangos tolerados por el manzano: 222.

Los tres parámetros de la categoría hídrica estival son limitantes para el manzano, 000, lo que indica que en secano sufrirá severo déficit hídrico. Debe rá por lo tanto cultivarse en riego.

El código de la categoría térmica invernal es 212, lo que indica limitación por causas de frío, los

que son insuficientes. Esta última será probablemente la limitación más importante.

Un parámetro climático que adquiriera un valor cercano a la transición entre un intervalo y otro será representado por sólo una cifra, por lo cual, el código corresponde sólo a una condición general de adaptación del cultivo. Especialmente en el caso de la cifra 0, que implica limitación severa, debe entenderse como una limitación en términos de explotación económica y no de existencia del cultivo en el lugar. La cifra 0 referente a los parámetros de la categoría hídrica estival, no representa limitación al cultivo de una especie sino más bien que éste debe cultivarse en riego más bien que en secano.

Al establecer los códigos de cada parámetro agroclimático, se han considerado los requerimientos promedio para cada cultivo (\*), lo que no representa necesariamente a todas las variedades de cada especie.

---

(\*) Santibáñez Q.F., Recopilación de requerimientos climáticos de los cultivos. Trabajo inédito.

ASPECTOS QUE CARACTERIZAN LAS CONDICIONES HIDRO-TERMICAS DE VERANO E INVIERNO

		Duración (letra)	Efecto Acumulado (número)	Valor Extremo (número)
Características Térmicas Estivales	CTE	Período libre de heladas.	Días-grado sobre 10°C entre Sept. y Febrero.	Temperatura del mes más cálido.
Características Térmicas Invernales.	CTI	Período de re- ceso vegetativo ( $T < 10^{\circ}\text{C}$ ).	Horas de frío bajo 7°C.	Temperatura mínima del mes más frío.
Características Hídricas Estivales	CHE	Período seco ( $I_h < 0.5$ )	Déficit hídrico estival.	Índice de humedad de los tres meses más cálidos.
Características Hídricas Invernales	CHI	Período húmedo ( $I_h > 1.0$ )	Exceso hídrico invernal.	Índice de humedad de los tres meses más fríos.

Ih: Índice de humedad, razón entre precipitación mensual y evapotranspiración potencial mensual.

T: Temperatura media mensual.

### 5.3 Descripción Agroclimática del Area.-

El área se dividió en 8 distritos agroclimáticos, cuya configuración se ve fuertemente influenciada por el relieve, el grado de influencia marina y la altitud.

La topografía, relativamente quebrada crea gran número de climas locales, de poca extensión geográfica y cuyas características son difíciles de cuantificar debido a la escasez de estaciones meteorológicas en el área. Los valles, especialmente el del río Aconcagua, poseen características agroclimáticas bastante locales debido a la profunda penetración de la influencia marina, lo que suaviza en forma apreciable las temperaturas invernales.

A lo largo del litoral se origina una franja que recibe de lleno la influencia moderada del océano generándose veranos relativamente frescos, con una acumulación térmica inferior a 1000 días-grado lo que limita, junto al bajo poder vernalizador del invierno, el desarrollo de frutales de hoja caduca. Cultivos anuales exigentes en calor encuentran igualmente cierto grado de limitación. No hiela nunca, lo que representa una cierta ventaja para cultivos sensibles a las heladas.

En la primera sección del valle del río Aconcagua entre 10 y 25 kilómetros del litoral, se crean con-

condiciones locales bastante favorables. La menor influencia marina permite un aumento de la acumulación térmica primavera - verano sin perder las características benignas del invierno (distrito Quillota-Limache). Las heladas son raras y de poca intensidad. El poder vernalizador del invierno es moderado, lo que favorece a frutales de hoja caduca.

Adyacente al distrito litoral, se extiende en dirección Norte-Sur una franja que se ubica aproximadamente entre 10 y 30 Km del litoral (distrito La Calera). En los valles de Petorca y Alicañue penetra hasta algo más arriba de Cabildo. Gradualmente el verano se hace más cálido y el invierno más frío. La acumulación térmica sube a algo más de 1200 días-grado y el poder vernalizador del invierno es de moderado a alto, creando condiciones bastante favorables a frutales de hoja caduca, pero algo menos favorables para los de hojas persistentes y subtropicales, respecto de Quillota, debido al mayor riesgo de heladas.

Junto al distrito Quillota - Limache se presenta el distrito Quilpué - Villa Alemana, el que se ubica detrás de uno de los cordones montañosos costeros. Debido a esta ubicación, algo menos expuesta a la influencia marina, hiela algo más que en Quillota - Limache. A pesar de ello las condiciones se mantienen muy favorables para la fruticultura de hoja persistente.

Hacia la parte media del valle del río Aconcagua (50 - 70 Km del litoral) la influencia marina se

ha atenuado considerablemente, razón por la que el período libre de heladas se acorta a 9 - 10 meses, el verano cuenta con una acumulación térmica superior a 1300 días-grado. Las temperaturas nocturnas son relativamente bajas (cerca de 10°C aún en verano) como consecuencia de la gran amplitud diaria de la temperatura. El descenso nocturno de las temperaturas favorece la acumulación de productos fotosintéticos, reduciendo las pérdidas por respiración nocturna, lo que crea condiciones que favorecen la calidad de los productos frutícolas.

Hacia la parte superior del valle (San Felipe - Los Andes) el verano es el más cálido del área. El relativo aislamiento de la influencia marina permite que las temperaturas máximas del mes más cálido superen los 32°C, con una acumulación térmica primavera - verano de 1400 a 1500 días-grado. La nubosidad, relativamente escasa en verano, permite una luminosidad excepcionalmente alta lo que agrega un nuevo factor favorable para la fruticultura. El poder vernalizador del invierno es alto, asegurando la satisfacción de los requerimientos de frío de todas las especies frutales. Las heladas son de intensidad moderada, pero a menudo la inversión térmica alcanza escasa altura no afectando mayormente a los árboles adultos.

En los sectores altos entre los valles del río Aconcagua y Petorca se extiende el distrito Petorca. Debido a la mayor altitud el verano es más fresco y el invierno más frío que en la parte media de los valles.

Las condiciones se hacen algo menos favorables para la fruticultura debido a la menor extensión del período libre de heladas, 8 - 9 meses. Los requerimientos de frío de frutales están asegurados debido al alto poder vernalizador del invierno.

Por sobre la cota de 1000 - 1200 metros las condiciones se hacen rápidamente marginales para la fruticultura y los cultivos anuales. El período libre de heladas se acorta abruptamente a 7 y menos de 6 meses. La acumulación térmica estival se hace inferior a 700 días-grado lo que limita la maduración de todos los frutales. Las temperaturas mínimas del mes más frío son a menudo inferiores a 0°C lo que es un nuevo factor que le resta potencial agrícola a esta área.

5.4 Definición de términos utilizados en las fichas agroclimáticas.-

FORMULA AGROCLIMATICA:	Código que reúne en forma sintética las principales características agroclimáticas (térmicas e hídricas) de una localidad.
INDICE DE HUMEDAD DEL VERANO:	Indice de humedad de los tres meses más cálidos. Razón entre las precipitaciones y la evapotranspiración acumuladas durante los tres meses más cálidos.
INDICE DE HUMEDAD DEL INVIERNO:	Indice de humedad de los tres meses más fríos. Razón entre las precipitaciones y la evapotranspiración acumuladas durante los tres meses más fríos.
FRACCION PLUVIOMETRICA MENSUAL (FPM):	Fracción pluviométrica mensual. Relación porcentual entre la pluviometría de un mes y la pluviometría total anual.
PODER VERNALIZADOR DEL INVIERNO:	Acumulación de horas de frío durante los meses invernales, lo que determina su capacidad para

satisfacer los requerimientos de frío (vernalización) de ciertas especies vegetales.

HORAS DE FRIO:

Número de horas en que la temperatura permanece en valores inferiores a  $7^{\circ}\text{C}$ .

PERIODO DE RECESO  
VEGETATIVO:

Período del año durante el cual la temperatura media es inferior a  $10^{\circ}\text{C}$ .

PERIODO LIBRE  
DE HELADAS:

Período que se extiende desde la fecha de la última helada del año hasta la primera helada del año siguiente. Las fechas de la primera y última helada corresponden a una probabilidad de 50% (ver de finiciones respectivas).

SUMA DE TEMPERATURA:

(Días-grado o acumulación térmica estival). Suma de los excesos sobre  $10^{\circ}\text{C}$  de las temperaturas medias cuando éstas superan dicho valor. Por ejemplo, si un día la temperatura media alcanza  $14.2^{\circ}\text{C}$ , los días-grado correspondientes a ese día son  $4,2^{\circ}\text{C}$ . Si la temperatura media diaria es menor que  $10^{\circ}\text{C}$ , ese día no contribuye a los días-grado acumulados en ese mes.

FECHA PRIMERA HELADA:	Existe un 50% de probabilidad de ocurrencia de heladas antes de esa fecha.
FECHA ULTIMA HELADA:	Existe un 50% de probabilidad de ocurrencia de heladas después de la fecha indicada.
EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL:	Requerimientos de agua por parte de un cultivo de referencia, consistente en una pradera de poca altura que cubre por completo el suelo, que crece activamente durante todo el año y no tiene limitación de agua en el suelo.
MESES CON SEQUIA (PERIODO SECO):	Número de meses en que el índice de humedad tiene un valor menor que 0.5 (las precipitaciones no alcanzan a satisfacer el 50% de la demanda de agua por evapotranspiración potencial).
DEFICIT HIDRICO:	Déficit de lluvias con respecto a la evapotranspiración potencial, acumulado en la estación seca.
INDICE DE HUMEDAD:	Razón entre la precipitación normal y la evapotranspiración potencial durante un mes, una estación o un año.

MESES CON EXCEDENTE  
HIDRICO (PERIODO  
HUMEDO):

Número de meses en que el índice de humedad es mayor que 1 (la precipitación mensual supera a la evapotranspiración potencial del mes).

EXCEDENTE ANUAL  
DE PRECIPITACIONES:

Exceso de precipitación con respecto a la evapotranspiración potencial, acumulado en la estación lluviosa del año (suma de los excedentes mensuales).

VERNALIZACION:

Período de frío (temperaturas inferiores a 7°C) requerido por ciertas especies vegetales, especialmente frutales, para romper la dormancia y reiniciar normalmente su ciclo vegetativo.

5.5 Fichas de distritos agroclimáticos.-

DISTRITO: VALPARAISO - PAPUDO

Fórmula representativa:	l	9	(23)		a'	3	(6)
	h	5	(0)		d	1	(3)

Descripción:

Ocupa una franja litoral que se extiende desde Valparaíso hasta algo al Norte de Papudo. La fuerte influencia marina se hace sentir atenuando el régimen térmico. No se registran heladas, salvo en los puntos más alejados del litoral donde hiela en forma muy ocasional. La acumulación térmica es de 800 a 1000 días-grado, con temperaturas máximas del mes más cálido que no sobrepasan los 25°C. El verano relativamente fresco limita el desarrollo de frutales de hoja caduca y cultivos exigentes en calor tales como maíz y arroz.

Las temperaturas invernales se ven notablemente suavizadas por la influencia marina. No hay período de receso vegetativo (ningún mes tiene temperaturas medias inferiores a 10°C). El poder vernalizador del invierno es bajo con menos de 500 horas de frío lo que limita a frutales de hoja caduca, exigentes en vernalización. Las temperaturas mínimas del mes más frío se encuentran entre 5 y 8°C.

El período seco dura 7 a 8 meses (Septiembre-Abril) con un déficit hídrico de sólo 500-600 milímetros al año, lo que revela una fuerte atenuación de la evapotranspiración por la influencia marina.

El período húmedo dura 1 a 4 meses durante los cuales se produce un excedente hídrico que va de 100 a 200 milímetros. La estación húmeda, relativamente corta, hace que los cultivos de secano sufran riesgo importante de sequía hacia la primavera. La precipitación anual es de alrededor de 350 milímetros.

CARACTERISTICAS TERMICAS DE LOS PUNTOS  
COMPLENIDOS EN EL DISTRITO:

Valparaíso - Papudo

						<u>Número</u>
1	9	(22)	a'	2	(8)	1
1	10	(24)	a'	4	(6)	2
1	10	(24)	a'	4	(6)	3
1	10	(24)	a'	5	(5)	4
1	8	(21)	a'	1	(7)	5
1	9	(22)	a'	4	(6)	6
1	9	(23)	a'	2	(6)	7
1	9	(23)	a'	3	(6)	*

---

(\*) Fórmula representativa del distrito.

RESUMENES DE VALORES MENSUALES

Distrito: VALPARAISO-PAPUDO

Punto N°: 7

	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	ARO
Temperatura (°C)	11,4	12,1	12,2	13,4	15,5	17,0	17,5	17,3	16,4	14,9	13,4	11,7	14,4
Días-grado (°d)	49	60	68	102	165	210	125	234	192	147	102	56	1510
Hum. Relat. (%)	88	86	86	86	82	76	79	83	82	85	87	87	84
Precipit. (mm)	80	74	23	9	0	0	0	0	2	14	50	90	342
ETP (mm)	27	36	36	47	74	100	101	97	83	63	45	31	740
Def. Hídrico (mm)	-	-	13	38	74	100	101	97	81	49	-	-	553
Exc. Hídrico (mm)	53	38	-	-	-	-	-	-	-	-	5	59	155
I <sub>h</sub>	3,0	2,1	0,6	0,2	0	0	0	0	0	0,2	1,1	2,9	0,46

Intervalos de variación:

Temp. máx. Enero	22	a	25	°C
Temp. mín. Julio	5		8	°C
Grados-días	800		1000	°d
Horas de frío	200		500	°h
Per. sin heladas	0		0	meses
Receso vegetativo	0		0	meses

Distribución estacional de la precipitación:

	(%)	(mm)
Primavera	9	32
Verano	0	0
Otoño	19	66
Invierno	72	244

## Distrito Valparaíso - Papudo

## CODIGOS DE CULTIVOS.

Cultivo / Punto:		1	2	3	4	5	6	7
Maíz (grano)	CTE	211	211	211	211	211	211	211
Maravilla (frejol)	CHE	010	010	010	010	010	010	010
Papas,	CTE	222	222	222	222	222	222	222
Remolacha	CHE	010	010	010	010	010	010	010
Arveja,	CTI	221	222	222	222	222	223	222
Lenteja	CHI	102	102	122	122	122	122	122
Trigo de invierno	CTI	111	1222	122	122	112	122	112
	CHI	112	112	112	112	112	112	112
Trigo de primavera,	CTI	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3
Cebada	CHE	1-0	1-0	1-0	1-0	1-0	1-0	1-0
Arroz	CTE	211	211	211	211	201	211	211
	CHE	000	000	000	000	000	000	000
Durazneros	CTE	311	321	321	321	311	311	311
	CTI	101	112	112	112	101	112	102
	CHE	010	010	010	010	010	010	010
Manzanos,	CTE	221	222	222	222	211	221	221
Perales	CTI	101	111	111	111	101	111	101
	CHE	010	000	000	000	010	010	010
Cítricos	CTE	211	221	221	221	211	211	211
	CTI	222	222	222	222	212	221	221
	CHE	010	010	010	010	010	010	010
Vid	CTE	211	211	211	211	211	211	211
	CTI	101	112	112	112	101	112	102
	CHE	011	011	011	011	121	111	111

DISTRITO: GUILLOTA - LINACHE

Fórmula representativa:	l	11	(25)		a'	5	(5)
	g	6	(0)		d	1	(3)

Descripción:

Se ubica en un sector del valle del río Aconagua relativamente cercano al litoral, razón que explica una importante penetración de la influencia marina moderando las temperaturas invernales. El período libre de heladas se extiende todo el año, registrándose algunas heladas ocasionales preferentemente en Junio - Julio. La suma de temperaturas primavera - verano es de 1100-1200 días-grado lo que no es limitante para el desarrollo de frutales y cultivos anuales. Las temperaturas máximas del mes más cálido son de 25-26°C lo que es algo inferior al óptimo para cultivos exigentes como arroz, no obstante esto, son adecuadas para el resto de los cultivos y frutales. Frutales subtropicales (chirimoyos, papayos, paltos) encuentran condiciones excepcionalmente favorables debido a que en esta área confluyen la influencia marina que suaviza las temperaturas mínimas y la influencia continental que permite una acumulación térmica suficiente para satisfacer los requerimientos de maduración de frutales y la mayoría de los cultivos anuales.

No hay período de receso vegetativo y el poder vernalizador del invierno es moderado con 500 - 600

horas de frío, lo que sólo limita en forma importante a frutales muy exigentes en frío como manzanos. Las temperaturas mínimas del mes más frío son de 5 - 6°C.

La estación seca dura alrededor de 7 a 8 meses con un déficit hídrico algo superior a 600 milímetros. La estación húmeda dura unos 4 meses durante la cual se produce un excedente hídrico de 100 a 200 milímetros. La precipitación anual es de unos 350 milímetros.

CARACTERISTICAS TERMICAS DE LOS PUNTOS  
COMPRENIDOS EN EL DISTRITO:

Quillota - Limache

				<u>Número</u>
1	11	(25)	a' 5 (5)	8

## RESUMENES DE VALORES MENSUALES

Distrito: QUILLOTA-LIMACHEPunto N°: 8

	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	ARO
Temperatura (°C)	11,2	10,5	12,8	13,9	15,4	17,7	17,9	17,5	17,1	14,9	13,3	11,6	14,6
Días-grado (°d)	45	34	65	117	192	231	273	355	213	147	99	49	1740
Hum. Relat. (%)	86	86	86	83	77	72	73	82	81	82	86	87	82
Precipit. (mm)	75	73	21	10	0	0	0	0	2	14	57	98	350
ETP (mm)	29	24	42	56	92	114	115	108	93	68	46	28	315
Def. Hídrico (mm)	-	-	21	46	92	114	115	108	91	54	-	-	641
Exc. Hídrico (mm)	46	49	-	-	-	-	-	-	-	-	11	70	176
I <sub>h</sub>	2,6	3,0	0,5	0,2	0	0	0	0	0	0,2	1,2	3,5	0,43

## Intervalos de variación:

Temp. máx. Enero	25	a	26	°C
Temp. mín. Julio	5		6	°C
Grados-días	1100		1200	°d
Horas de frío	500		600	°h
Per. sin heladas	0		0	meses
Receso vegetativo	0		0	meses

## Distribución estacional de la precipitación:

	(%)	(mm)
Primavera	9	31
Verano	0	0
Otoño	21	73
Invierno	70	246

## Distrito Quillota - Limache

## CODIGOS DE CULTIVOS.

Cultivo / Punto:		8
Maíz (grano)	CTE	221
Maravilla (frejol)	CHE	010
Papas	CTE	232
Remolacha	CHE	010
Arveja	CII	222
Lenteja	CHI	122
Trigo de invierno	CII	122
	CHI	112
Trigo de primavera	CII	1-3
Cebada	CHE	1-0
Arroz	CTE	221
	CHE	000
Durazneros	CTE	322
	CTI	112
	CHE	010
Manzanos	CTE	222
Perales	CTI	111
	CHE	000
Cítricos	CTE	222
	CTI	221
	CHE	010
Vid	CTE	221
	CTI	112
	CHE	112

DISTRITO: LA CALERA

Fórmula representativa:	k	12	(27)		a'	8	( <u>4</u> )
	h	8	(0)		d	1	(2)

Descripción:

Se ubica en un sector costero de transición. Recibe influencia marina en forma moderada. La mayor parte del distrito se encuentra en la vertiente oriental de la costa, razón por la cual la influencia marina se ve notablemente atenuada, apareciendo un período de heladas de alrededor de 2 meses. La acumulación térmica primavera-verano es de 1100 a 1300 días-grado y las temperaturas máximas del mes más cálido son de 25 a 28°C lo que satisface los requerimientos de la mayoría de los frutales y cultivos anuales.

El período de receso vegetativo dura entre 0 y 1 mes. El poder vernalizador del invierno es moderado a alto, con 700 a 1000 horas de frío lo que es adecuado para frutales de hoja caduca. Las temperaturas mínimas del mes más frío son de 4 a 6°C.

La estación seca va de Septiembre a Abril con un déficit hídrico de 700 a 900 milímetros. La estación húmeda dura 3 a 4 meses, durante los cuales se produce un excedente hídrico de 100 a 200 milímetros.

CARACTERISTICAS TERMICAS DE LOS PUNTOS  
COMPRENDIDOS EN EL DISTRITO:

La Calera

k	11	(25)	a'	5	(6)	9
j	12	(27)	a'	7	(5)	10
k	12	(26)	a'	7	(5)	11
j	13	(27)	a'	7	(5)	12
k	12	(26)	a'	6	(4)	13
j	12	(28)	a'	9	(3)	14
k	11	(26)	a'	8	(4)	15
k	12	(28)	a'	9	(4)	16
j	12	(26)	a'	8	(4)	17
k	12	(28)	a'	7	(5)	18
j	12	(28)	a'	9	(4)	19
j	12	(27)	a'	8	(4)	20
k	12	(27)	a'	8	(4)	*

---

(\*) Fórmula representativa del distrito.

RESUMENES DE VALORES MENSUALES

Distrito: LA CALERA

Punto N°: 20

	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	AÑO
Temperatura (°C)	10,2	10,2	12,5	14,1	17,1	18,2	19,5	18,9	17,4	14,9	12,8	10,2	14,7
Días-grado (°d)	28	28	76	123	213	246	285	267	222	147	85	45	1765
Hum. Relat. (%)	79	79	79	69	67	70	60	62	73	82	80	80	73
Precipit. (mm)	85	73	22	7	0	0	0	0	2	14	70	110	383
ETP (mm)	33	33	51	82	116	124	157	146	109	68	52	31	1002
Def. Hídrico (mm)	-	-	29	75	116	124	157	146	107	54	-	-	808
Exc. Hídrico (mm)	52	40	-	-	-	-	-	-	-	-	18	79	189
I <sub>h</sub>	2,6	2,2	0,4	0,1	0	0	0	0	0	0,2	1,3	3,6	0,38

Intervalos de variación:

Temp. máx. Enero	25	a	28	°C
Temp. mín. Julio	4		6	°C
Grados-días	1100		1300	°d
Horas de frío	700		1000	°h
Per. sin heladas	10		12	meses
Receso vegetativo	0		1	meses

Distribución estacional de la precipitación:

	(%)	(mm)
Primavera	8	29
Verano	0	0
Otoño	22	86
Invierno	70	268

## Distrito La Calera

## CODIGOS DE CULTIVOS.

Cultivo / Punto:		9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Maíz (grano)	CTE	221	222	221	222	221	222	221	222	221	222	222	222
Maravilla (frejol)	CHE	010	000	000	000	010	000	010	000	010	010	000	000
Papas	CTE	232	232	232	232	232	233	232	233	232	233	233	232
Remolacha	CHE	010	000	000	000	010	000	010	000	010	010	000	000
Arveja	CTI	222	222	222	222	223	223	223	223	223	222	223	223
Lenteja	CHI	102	102	102	122	122	122	122	122	122	122	122	122
Trigo de invierno	CTI	122	122	122	222	122	122	122	122	122	122	122	122
	CHI	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112
Trigo de primavera	CTI	1-3	2-3	1-3	2-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3
Cebada	CHE	1-0	1-0	1-0	1-0	1-0	1-0	1-0	1-0	1-0	1-0	1-0	1-0
Arroz	CTE	221	221	221	221	221	222	221	222	221	222	222	221
	CHE	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000
Durazneros	CTE	322	222	322	222	322	222	322	322	222	322	222	222
	CTI	112	222	122	222	112	122	122	122	122	122	122	122
	CHE	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000
Manzanos	CTE	222	232	232	232	232	232	222	232	232	232	232	232
Perales	CTI	111	111	111	111	112	112	112	112	112	111	112	112
	CHE	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000
Cítricos	CTE	222	222	222	222	222	222	222	222	222	222	222	222
	CTI	221	231	231	232	232	233	232	232	232	232	232	232
	CHE	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000
Vid	CTE	221	222	221	222	221	222	221	222	221	222	222	222
	CTI	112	222	122	222	112	122	122	122	122	122	122	122
	CHE	011	011	011	011	011	111	111	011	011	011	011	011

DISTRITO: QUILPUE - VILLA ALEMANA

Fórmula representativa:  $\frac{k \quad 11 \quad (2)}{g \quad 7 \quad (0)} \mid \frac{a' \quad 6 \quad (5)}{d \quad 1 \quad (3)}$

Descripción:

Se ubica en una posición intercostera relativamente cerrada y cercana al litoral. Las condiciones térmicas son notablemente similares al distrito Quillota diferenciándose de éste sólo por el mayor riesgo de heladas. A pesar de ello, el período libre de heladas dura alrededor de 11 meses. (Ver distrito Quillota-Limache).

CARACTERISTICAS TERMICAS DE LOS PUNTOS  
COMPRENDIDOS EN EL DISTRITO:

Quilpué - Villa Alemana

					<u>Número</u>
k	10	(25)	a'	5 (5)	21
k	11	(26)	a'	5 (5)	22
k	12	(27)	a'	7 (4)	23
k	11	(26)	a'	6 (5)	*

---

(\*) Fórmula representativa del distrito.

RESUMENES DE VALORES MENSUALES

Distrito: QUILPUE-VILLA ALEMANA

Punto N°: 22

	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	AÑO
Temperatura (°C)	10,4	11,1	12,2	14,0	10,8	18,4	19,6	18,9	17,2	15,2	12,9	10,6	14,3
Días-grado (°d)	31	44	68	120	204	240	288	267	216	156	87	34	1755
Hum. Relat. (%)	85	85	82	79	72	71	64	72	74	82	82	85	78
Precipit. (mm)	85	77	25	10	0	0	0	0	3	16	65	98	379
ETP (mm)	24	30	43	64	104	120	151	129	105	71	49	26	916
Def. Hídrico (mm)	-	-	13	54	104	120	151	129	102	55	-	-	733
Exc. Hídrico (mm)	61	47	-	-	-	-	-	-	-	-	16	72	196
I <sub>h</sub>	3,5	2,6	0,6	0,2	0	0	0	0	0	0,2	1,3	3,3	0,71

Intervalos de variación:

Temp. máx. Enero	25	a	20	°C
Temp. mín. Julio	4		6	°C
Grados-días	1100		1300	°d
Horas de frío	500		800	°h
Per. sin heladas	11		12	meses
Receso vegetativo	0		0	meses

Distribución estacional de la precipitación:

	(%)	(mm)
Primavera	9	35
Verano	0	0
Otoño	22	84
Invierno	69	260

## Distrito Quilpué - Villa Alemana

## CODIGOS DE CULTIVOS.

Cultivo / Punto:		21	22	23
Maíz (grano)	CTE	221	221	222
Maravilla (frejol)	CHE	010	010	010
Papas	CTE	222	232	232
Remolacha	CHE	010	010	010
Arveja	CTI	222	222	223
Lenteja	CHI	122	122	122
Trigo de invierno	CTI	122	122	122
	CHI	112	112	122
Trigo de primavera	CTI	1-3	1-3	1-3
Cebada	CHE	1-0	1-0	1-0
Arroz	CTE	211	221	221
	CHE	000	000	000
Durazneros	CTE	322	322	322
	CTI	112	112	122
	CHE	010	000	000
Manzanos	CTE	222	222	232
Perales	CTI	112	112	112
	CHE	000	000	000
Cítricos	CTE	222	222	222
	CTI	222	222	232
	CHE	010	000	000
Vid	CTE	211	221	222
	CTI	112	112	122
	CHE	111	111	111

DISTRITO: LLAYLLAY

Fórmula representativa:	j	13	(28)		a'	12	(3)
	h	8	(0)		e	0	(1)

Descripción:

Ocupa un sector intermedio del valle del río Aconcagua, a unos 50 Km del litoral. A pesar de la relativa lejanía al mar, las temperaturas mínimas del mes más frío revelan aún un cierto grado de atenuación. Las heladas son en general de poca intensidad. El período libre de heladas dura alrededor de 10 meses. La acumulación térmica aumenta por el valle a medida que se aleja del litoral, alcanzando en este sector a 1300-1400 días-grado, lo que asegura una disponibilidad térmica adecuada para frutales y cultivos anuales. Las temperaturas máximas del mes más cálido es de 28 a 29°C.

No hay período de receso vegetativo. Debido a la relativa lejanía al litoral el poder vernalizador del invierno es alto, con 1200 - 1300 horas de frío, lo que satisface los requerimientos de todos los frutales exigentes en frío. Las temperaturas mínimas del mes más frío están entre 3 y 4°C. En general, los frutales y cultivos anuales encuentran muy poca limitación climática.

La estación seca dura 10 meses durante la cual se produce un déficit hídrico de 800 a 900 milíme-

tres. La estación húmeda dura 3 meses, con un excedente hídrico inferior a 100 milímetros. La precipitación anual es de 220 milímetros.

CARACTERÍSTICAS TÉRMICAS DE LOS PUNTOS  
COMPRENDIDOS EN EL DISTRITO:

Llailay

				<u>Número</u>	
j	14	(28)	a'	12 (3)	24

RESUMENES DE VALORES MENSUALES

Distrito: LLAILLAY

Punto N°: 24

	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	ARO
Temperatura (°C)	10,5	11,1	13,4	15,2	17,0	17,7	20,1	19,1	18,1	15,5	12,5	10,2	15,1
Días-grado (°d)	55	44	102	151	210	251	303	273	243	185	70	20	1094
Hum. Relat. (%)	82	83	80	72	67	64	64	61	71	73	82	80	74
Precipit. (mm)	49	40	15	7	0	0	0	0	1	3	39	63	222
ETP (mm)	30	33	57	67	115	140	150	150	121	59	40	21	1047
Def. Hídrico (mm)	-	-	42	60	115	140	150	150	120	61	7	-	353
Exc. Hídrico (mm)	19	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	42	67
I <sub>h</sub>	1,6	1,2	0,3	0,1	0	0	0	0	0	0,1	0,8	3,0	0,21

Intervalos de variación:

Temp. máx. Enero	28	a	29	°C
Temp. mín. Julio	3		4	°C
Grados-días	1300		1400	°d
Horas de frío	1200		1300	°h
Per. sin heladas	10		11	meses
Receso vegetativo	0		0	meses

Distribución estacional de la precipitación:

	(%)	(mm)
Primavera	10	22
Verano	0	0
Otoño	22	48
Invierno	68	152

## Distrito Llaillay

## CODIGOS DE CULTIVOS.

Cultivo / Punto:		24
Maíz (grano)	CTE	222
Maravilla (frejol)	CHE	000
Papas	CTE	233
Remolacha	CHE	000
Arveja	CTI	233
Lenteja	CHI	102
Trigo de invierno	CTI	122
	CHI	112
Trigo de primavera	CTI	1-3
Cebada	CHE	1-0
Arroz	CTE	222
	CHE	000
		14
Durazneros	CTE	222
	CTI	122
	CHE	000
Manzanos	CTE	232
Perales	CTI	122
	CHE	000
Cítricos	CTE	222
	CTI	233
	CHE	000
Vid	CTE	222
	CTI	122
	CHE	011

DISTRITO: SAN FELIPE - LOS ANDES

Fórmula representativa:	j	14	(32)		a	13	(2)
	h	11	(0)		b	0	(1)

Descripción:

Ocupa un sector relativamente alto del valle del río Aconcagua a unos 75 Km del litoral. El clima conjuga características que lo hacen excepcionalmente apto para la fruticultura de hoja caduca. Al invierno relativamente benigno, se agrega una elevada acumulación térmica primavera - verano, alta luminosidad y una oscilación térmica que bordea los 20°C en verano y 15°C en invierno lo que conforma un cuadro excepcional. Las heladas son de intensidad moderada a baja. El período libre de heladas dura alrededor de 10 meses. La acumulación térmica es de 1400 - 1500 días-grado lo que satisface los requerimientos de cultivos anuales exigentes en calor como maíz y de todos los frutales. Las temperaturas máximas del mes más cálido son algo superiores a 32°C.

El período de receso vegetativo dura 1 mes. El poder vernalizador del invierno es alto, con 1300 - 1400 horas de frío lo que asegura la satisfacción de los requerimientos de frío de todos los frutales de hoja caduca. Las temperaturas mínimas del mes más frío son de 2 a 3°C.

La estación seca dura 10 meses, con un déficit hídrico algo superior a 1100 milímetros al año, lo que refleja los altos valores de evapotranspiración de esta sección del valle respecto de los sectores más bajos. El período húmedo dura sólo 2 meses (Junio - Julio) durante los cuales se produce un excedente hídrico próximo a 0 milímetro.

CARACTERISTICAS TERMICAS DE LOS PUNTOS  
COMPRENDIDOS EN EL DISTRITO:

San Felipe - Los Andes

				<u>Número</u>	
j	14	(32)	a'	13 (2)	25

RESUMENES DE VALORES MENSUALES

Distrito: SAN FELIPE-LOS ANDES

Punto N°: 25

	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	AÑO
Temperatura (°C)	10,0	11,1	13,1	16,0	18,4	21,0	22,4	21,0	19,2	16,1	12,4	9,7	15,9
Días-grado (°d)	25	44	93	160	152	330	372	330	271	183	73	21	2079
Hum. Relat. (%)	74	74	71	66	61	62	56	62	62	64	74	73	67
Precipit. (mm)	38	38	10	9	3	0	0	0	2	8	30	54	200
ETP (mm)	40	48	69	106	141	173	203	173	150	110	50	40	1311
Def. Hídrico (mm)	2	10	51	97	138	173	203	173	148	102	20	-	1117
Exc. Hídrico (mm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	14
I <sub>h</sub>	1,0	0,8	0,3	0,1	0	0	0	0	0	0,1	0,7	1,4	0,16

Intervalos de variación:

Temp. máx. Enero	32	a	33	°C
Temp. mín. Julio	2		3	°C
Grados-días	1400		1500	°d
Horas de frío	1300		1400	°h
Per. sin heladas	10		11	meses
Receso vegetativo	1		2	meses

Distribución estacional de la

precipitación:

	(%)	(mm)
Primavera	14	30
Verano	0	0
Otoño	23	48
Invierno	63	130

## Distrito San Felipe - Los Andes

## CODIGOS DE CULTIVOS

Cultivo / Punto:		25
Maíz (grano)	CTE	222
Maravilla (frejol)	CHE	000
Papas	CTE	230
Remolacha	CHE	000
Arveja	CTI	233
Lenteja	CHI	102
Trigo de invierno	CTI	222
	CHI	112
Trigo de primavera	CTI	2-3
Cebada	CHE	1-0
Arroz	CTE	222
	CHE	000
Durazneros	CTE	223
	CTI	222
	CHE	000
Manzanos	CTE	233
Perales	CTI	122
	CHE	000
Cítricos	CTE	222
	CTI	233
	CHE	000
Vid	CTE	222
	CTI	222
	CHE	001

DISTRITO: PETORCA

Fórmula representativa:	i	12	(28)		c	12	(3)
	h	9	(0)		l	1	(1)

Descripción:

Corresponde al sector alto de los valles del río Petorca, Alicahue y las serranías comprendidas entre estos valles y el río Aconcagua. Las condiciones son algo menos favorables que en el valle de Aconcagua debido a la mayor extensión e intensidad del período con heladas. El período libre de heladas dura entre 8 y 9 meses. La acumulación térmica primavera - verano es de 1100 a 1300 días-grado, con temperaturas máximas para el mes más cálido que van de 27 a 30°C.

El invierno es más frío que en la parte media de los valles, con un período de receso vegetativo de 1 a 3 meses y una acumulación de frío de 1000 a 1500 horas al año, lo que está por sobre los requerimientos mínimos de especies como manzanos y perales. Las temperaturas mínimas del mes más frío son de 2 a 4°C. A pesar de poseer un invierno algo más frío y mayor frecuencia de heladas, la fruticultura encuentra buenas condiciones en gran parte de este distrito.

El período seco dura 7 a 8 meses con un déficit hídrico de 900 a 1200 milímetros. El período húmedo

se extiende por 1 a 4 meses con un excedente hídrico que va desde 0 milímetros en la parte Laja hasta algo más de 200 en los sectores más altos. Cultivos de secano tienen severo riesgo de sequía a partir de Septiembre.

CARACTERISTICAS TERMICAS DE LOS PUNTOS  
COMPRENDIDOS EN EL DISTRITO:

Petorca

i	11	(28)	c	10	(3)	26
i	11	(27)	c	12	(4)	27
i	11	(28)	c	13	(3)	28
i	12	(28)	c	8	(4)	29
j	13	(28)	a'	10	(5)	30
i	11	(28)	c	11	(3)	31
i	12	(28)	a'	11	(3)	32
i	12	(27)	b	9	(4)	33
i	11	(28)	c	13	(3)	34
h	12	(28)	c	16	(2)	35
j	14	(21)	a	14	(2)	36
i	13	(30)	b	15	(2)	37
i	12	(28)	a	11	(3)	38
i	12	(28)	c	12	(3)	39
i	12	(28)	c	13	(2)	40
i	12	(27)	a	9	(3)	41
i	12	(28)	c	12	(3)	*

---

(\*) Fórmula representativa del distrito.

RESUMENES DE VALORES MENSUALES

Distrito: PETORCA

Punto N°: 37

	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	AÑO
Temperatura (°C)	9,2	10,0	12,9	14,7	17,2	19,5	20,9	19,5	18,5	15,1	12,1	9,1	14,9
Días-grado (°d)	16	25	87	141	216	285	327	285	255	153	65	15	1870
Hum. Relat. (%)	65	65	65	62	56	56	55	54	58	61	64	67	61
Precipit. (mm)	50	50	25	10	4	0	0	0	3	10	43	68	263
ETP (mm)	50	55	78	99	136	163	184	167	148	105	73	46	1304
Def. Hídrico (mm)	0	5	53	89	132	163	184	167	145	95	30	-	1053
Exc. Hídrico (mm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22	22
I <sub>h</sub>	1,0	0,9	0,3	0,1	0,1	0	0	0	0	0,1	0,6	1,5	0,20

Intervalos de variación:

Temp. máx. Enero	27	a	30	°C
Temp. mín. Julio	2		4	°C
Grados-días	1100		1300	°d
Horas de frío	1000		1500	°h
Per. sin heladas	8		9	meses
Receso vegetativo	1		3	meses

Distribución estacional de la precipitación:

	(%)	(mm)
Primavera	15	39
Verano	0	0
Otoño	21	56
Invierno	72	244

## Distrito Petorca

## CODIGOS DE CULTIVOS.

Cultivo / Punto:		26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
Maíz (grano)	CTE	222	222	222	222	222	222	222	222	222	222
Maravilla (frejol)	CHE	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000
Papas	CTE	233	232	233	233	233	233	233	232	233	233
Remolacha	CHI	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000
Arveja	CTI	233	233	233	223	223	233	233	223	233	203
Lenteja	CHI	102	102	002	102	102	102	102	122	122	122
Trigo de invierno	CTI	222	222	222	222	122	222	122	222	222	222
	CHI	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112
Trigo de primavera	CTI	2-2	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	1-3	2-3	2-3	2-3
Cebada	CHE	1-0	1-0	0-0	1-0	1-0	1-0	1-0	1-0	1-0	1-0
Arroz	CTE	222	221	222	222	222	222	222	221	222	222
	CHE	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000
Durazneros	CTE	222	222	222	222	222	222	222	222	222	222
	CTI	222	222	222	222	122	222	122	222	222	232
	CHE	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000
Manzanos	CTE	222	222	222	232	232	232	222	232	232	232
Perales	CTI	222	222	222	212	121	222	122	212	222	222
	CHE	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000
Cítricos	CTE	222	222	222	222	222	222	222	222	222	122
	CTI	233	232	233	232	232	233	233	232	233	203
	CHE	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000
Vid	CTE	222	222	222	222	222	222	222	222	222	222
	CTI	222	222	222	222	122	222	122	222	222	222
	CHE	011	011	011	011	011	011	011	111	011	001

## Distrito Petorca (Continuación)

## CODIGOS DE CULTIVOS.

Cultivo / Punto:		36	37	38	39	40	41
Maíz (grano)	CTE	222	222	222	222	222	222
Maravilla (frejol)	CHE	000	000	000	000	000	000
Papas	CTE	230	233	233	233	233	232
Remolacha	CHE	000	000	000	000	000	000
Arveja	CTI	233	233	233	233	233	223
Lenteja	CHI	002	002	122	122	102	122
Trigo de invierno	CTI	222	222	222	222	222	222
	CHI	112	112	122	122	112	122
Trigo de primavera	CTI	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3
Cebada	CHE	0-0	1-0	1-0	1-0	0-0	1-0
Arroz	CTE	222	222	222	222	222	221
	CHE	000	000	000	000	000	000
Durazneros	CTE	222	222	222	222	222	222
	CTI	222	222	222	222	222	222
	CHE	000	000	000	000	000	000
Manzanos	CTE	233	233	232	232	232	232
Perales	CTI	122	222	122	222	222	112
	CHE	000	000	000	000	000	000
Cítricos	CTE	222	222	222	222	222	222
	CTI	233	233	233	233	233	233
	CHE	000	000	000	000	000	000
Vid	CTE	222	222	222	222	222	222
	CTI	222	222	222	222	222	222
	CHE	001	001	111	111	111	111

DISTRITO: PRECORDILLERA

Fórmula representativa:	e	7	(21)		a	19	(-1)
	g	7	(0)		c	1	(2)

Descripción:

Se extiende a lo largo de una franja precordillerana por sobre los 1000 y hasta algo más de 2000 metros de altitud. Debido al fuerte gradiente altitudinal el clima se hace rápidamente marginal para fruticultura e incluso cultivos anuales. El período libre de heladas se acorta a 5 - 7 meses. Las heladas alcanzan intensidades moderadas a fuertes. La acumulación térmica estival no supera los 1000 días-grado (500 a 1000) lo que es un factor limitante adicional a la fruticultura. Las temperaturas máximas del mes más cálido son de 16 a 25°C.

El período de receso vegetativo dura desde 3 hasta 7 meses en los sectores más altos. El poder vernalizador del invierno es alto con 1700 a 2200 horas de frío, lo que comienza a ser excesivo aún para frutales que requieren de fuerte vernalización. Las temperaturas mínimas del mes más frío son de 1 a 2°C.

El período seco dura 7 a 8 meses, con un déficit hídrico que se ve atenuado por las mayores precipitaciones primaverales (600 a 900 milímetros). La estación húmeda dura 3 a 4 meses, durante la cual se produce un excedente hídrico de 0 a 200 milímetros.

CARACTERISTICAS TERMICAS DE LOS PUNTOS  
COMPRENDIDOS EN EL DISTRITO:

Precordillera

					<u>Número</u>
e	5	(16)	g	21 (-2)	42
e	6	(24)	d	18 (0)	43
e	5	(15)	g	22 (-2)	44
g	8	(23)	e	12 (1)	45
e	4	(16)	g	18 (-2)	46
g	9	(22)	d	20 (1)	47
f	6	(23)	d	20 (1)	48
e	5	(16)	g	22 (-2)	49
j	10	(26)	c	18 (2)	50
i	5	(22)	e	21 (-1)	51
f	7	(25)	c	19 (2)	52
h	10	(26)	c	17 (2)	53
e	5	(22)	b	21 (-1)	54
e	6	(22)	b	21 (-1)	55
f	8	(24)	e	20 (1)	56
e	7	(21)	d	19 (-1)	*

---

(\*) Fórmula representativa del distrito.

RESUMENES DE VALORES MENSUALES

Distrito: RECORDERILLERA

Punto N°: 54

	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	ARO
Temperatura (°C)	4,0	5,0	5,9	9,2	11,5	15,5	15,9	15,9	15,5	10,0	8,5	5,8	10,4
Días-grado (°d)	0	0	0	16	51	165	177	177	165	25	19	0	785
Hum. Relat. (%)	30	60	60	30	49	51	50	51	50	50	54	10	55
Precipit. (mm)	61	61	50	21	9	0	0	0	7	30	70	98	400
ETP (mm)	34	41	41	58	93	126	131	130	127	80	70	41	572
Def. Hídrico (mm)	-	-	11	37	84	126	131	130	120	50	-	-	609
Exc. Hídrico (mm)	47	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	39	121
I <sub>h</sub>	2,4	2,0	0,7	0,4	0,1	0	0	0	0,1	0,4	1,0	2,0	0,42

Intervalos de variación:

Temp. máx. Enero	16	a	25	°C
Temp. mín. Julio	-2		1	°C
Grados-días	1600		2600	°d
Horas de frío	1700		2200	°h
Per. sin heladas	5		7	meses
Receso vegetativo	3		7	meses

Distribución estacional de la precipitación:

	(%)	(mm)
Primavera	15	60
Verano	0	0
Otoño	26	107
Invierno	59	242

## Distrito Precordillera

## CODIGOS DE CULTIVOS.

Cultivo / Punto:		42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
Maíz (grano)	CTE	111	111	110	211	101	211	211	111	221	211	211
Maravilla (frejol)	CHE	010	010	010	000	010	000	010	010	000	010	000
Papas	CTE	221	222	221	222	211	222	222	221	222	222	222
Remolacha	CHE	010	010	010	000	010	000	010	010	000	010	000
Arveja	CTI	000	300	000	330	000	300	300	000	203	300	203
Lenteja	CHI	122	102	122	102	122	102	102	122	102	122	102
Trigo de invierno	CTI	332	222	332	222	322	222	222	332	222	232	222
	CHI	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112
Trigo de primavera	CTI	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3
Cebada	CHE	1-0	1-0	1-0	1-0	1-0	1-0	1-0	1-0	1-0	1-0	1-0
Arroz	CTE	100	101	100	201	100	211	201	100	211	201	201
	CHE	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000
Durazneros	CTE	000	011	000	211	000	211	211	000	222	201	212
	CTI	033	330	033	330	333	333	030	030	232	330	232
	CHE	010	000	101	000	101	000	000	010	000	010	000
Manzanos	CTE	211	212	211	211	211	222	212	211	222	211	212
Perales	CTI	333	223	333	222	232	232	232	333	222	233	232
	CHE	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000
Cítricos	CTE	010	011	010	011	000	011	011	010	022	211	012
	CTI	000	103	000	033	000	103	103	000	203	003	203
	CHE	010	000	010	000	010	000	000	010	000	010	000
Vid	CTE	100	111	100	211	100	211	111	100	211	201	111
	CTI	030	233	030	323	030	233	233	030	232	330	232
	CHE	111	011	111	011	111	011	111	111	011	111	011

## Distrito Precordillera (Continuación)

## CÓDIGOS DE CULTIVOS.

Cultivo / Punto:		53	54	55	56
Maíz (grano)	CTE	211	111	111	211
Maravilla (frejol)	CHE	000	010	010	010
Papas	CTE	222	222	222	222
Ranolacha	CHE	000	010	010	010
Arveja	CTI	203	200	200	300
Lenteja	CHI	102	122	122	122
Trigo de invierno	CTI	222	232	232	222
	CHI	112	112	112	112
Trigo de primavera	CTI	2-3	2-3	2-3	2-3
Cebada	CHE	1-0	1-0	1-0	1-0
Arroz	CTE	211	101	101	201
	CHE	000	000	000	000
Durazneros	CTE	222	001	011	211
	CTI	232	230	230	333
	CHE	000	010	010	000
Manzanos	CTE	222	211	211	212
Perales	CTI	222	233	233	232
	CHE	000	000	000	000
Cítricos	CTE	122	011	011	011
	CTI	203	203	203	003
	CHE	000	010	010	000
Vid	CTE	211	001	011	111
	CTI	232	230	230	333
	CHE	011	111	111	111

## 6. RECOMENDACIONES.-

La aplicación de la metodología descrita en el punto 1.2 descansa fundamentalmente en observaciones termométricas simples y de bajo costo. Sin embargo, la zona norte de la región considerada adolece de una escasez de información apreciable. En los valles de los ríos Petorca y La Ligua sólo se contó con las lecturas de las estaciones ubicadas en las ciudades del mismo nombre. En el caso de Petorca se cuenta con un registro de sólo tres años.

El valle del río Aconcagua, que cuenta con una mejor red de observaciones, ha sufrido sin embargo, una merma considerable en el número de estaciones a partir de 1950. Este hecho parece incompatible con la importancia que las observaciones agroclimatológicas han adquirido en estos últimos años en la evaluación de recursos agropecuarios, en especial, en regiones de alta productividad potencial.

La situación en que se encuentran los parámetros que requieren técnicas de observación e instrumental más sofisticados resulta aún más deficiente.

En consecuencia, parece oportuno insistir aquí en la importancia de mejorar la red observacional para que permita la determinación más adecuada de elementos tan importantes como la evapotranspiración potencial, la ocurrencia de heladas e integrales térmicas.

Considerando el número de distritos agroclimáticos definidos se sugiere completar siete estaciones, en que se registre temperatura, humedad, insolación (o radiación solar) y evaporación. Cuatro de ellas estarían distribuidas de Oeste a Este, dentro del valle del río Aconcagua y tres en los valles de los ríos Petorca y La Ligua. Adicionalmente se debería aumentar la densidad actual de estaciones termométricas, particularmente en la mitad Norte de la región estudiada.

7. LISTA DE REFERENCIAS.-

- Accituno, P.; 1978; Statistical formula to estimate heating or cooling Degree-days, Agricultural Meteorology, por publicarse.
- Dorenboos, J. y W.O. Pruitt; 1975; Crop Weather Requirements, FAO, Roma.
- Miller, L.B. y R.G. Feddes; 1971; Global Atlas of relative cloud cover 1967-1970, U.S Dept. of Commerce y US Air Force, Washington.
- Ramírez, E.; 1971; Pluviometría de Chile, Depto. de Recursos Hidráulicos, CORFO, Santiago.
- Rodríguez, L.; 1973; Estudio preliminar de las heladas en la zona agrícola de Chile, Tesis Ing. de Ejecución, Univ. Técnica del Estado.

TABLAS, FIGURAS Y CARTAS.-

TAULA 1.1.1

LISTA DE ESTACIONES

NOMBRE	Lat. S ° ,	Long. W ° ,	Alt m	VARIABLES OBSERVADAS
Los Andes	32 90	70 36	816	T H N E
Quillota	32 53	71 16	128	T H N
Quintero	32 47	71 32	2	T H N V
P. Angeles	33 01	71 38	41	T H N I V R
Llay-Llay	32 50	70 59	385	T H N V
Zapallar	32 32	71 28	30	T H
Juncal	32 52	70 10	2250	T H
Jahuel	32 41	70 39	1180	T H N
El Cristo	32 50	70 07	3830	TV
La Ligua	32 27	71 16	58	T
Petorca	32 15	70 58	501	T
Sn. Felipe	32 46	70 43	650	T
El Belloto	33 03	71 24	121	T H N I V E
Montemar	32 57	71 33	12	T H N I
La Cruz	32 49	71 15	174	T H N
Vilcuya	32 55	70 32	1108	T
Peñablanca	33 04	71 23	154	T H N V

---

T : Temperatura  
 H : Humedad  
 N : Nubosidad  
 I : Insolación  
 V : Viento  
 E : Evaporación  
 R : Radiación solar

TABLA 1.1.2

PERIODOS DE REGISTROS USADOS (\*)

	Temperatura	Humedad	Nubosidad	Insolación	Viento	Evaporac.
El Belloto	58-75 18	58-75 18	58-75 17	67 1	66-70 5	65 1
El Cristo	60-72 11	60-72 10	60-72 11		63-70 5	
Jahuel	24-44 14	24-44 10	43 1			
Peñablanca	46-49 3	46-49 3	46-49 3		46-49 3	
Juncal	32-39 8	32-39 8				
Llay-Llay	48-51 4	48-51 4	46-55 8		46-51 5	
La Cruz	60-70 11	60-70 11	62-70 8			68-70 3
La Ligua	65-75 9					
Los Andes	14-51 36	14-51 36	43-51 7		47-51 5	
Montemar	64-69 6	64-69 6	64-69 6	64-69 4		

	Temperatura	Humedad	Nubosidad	Insolación	Viento	Evaporac.
Petorca	69-73 3					
P. Angeles	56-75 20	56-75 20	43-75 32	46-57 8	50-62 2	
Quillota	14-51 34	20-51 28	43-51 8		47-51 5	
Quintero	58-75 16	59-75 16	59-75 15		64-70 7	
Sn. Felipe	14-16 3					
Vilcuya	65-74 10					65-74 10
Zapallar	18-33 16	18-33 15				

(\*) El período está especificado por el primer y último año.  
Bajo el período se anota el número efectivo de años usados.

TABLA 3.1.1

PRECIPITACION |mm|

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	AÑO
Los Condores	0	0	2.5	12.3	44.6	46.3	47.0	46.5	18.0	2.8	1.6	2.3	224.1
Pichidanguí	0	0	3.4	15.1	68.3	48.1	50.6	32.2	10.2	2.5	2.1	1.7	234.3
Eda. Huaquén	0.8	2.1	1.5	12.1	48.5	61.9	47.9	54.6	12.5	8.5	3.3	2.8	256.5
Papudo	0	0	2.6	12.6	37.1	63.2	56.2	51.9	18.4	2.6	0.8	2.3	247.7
Catapilco	1.5	3.5	1.8	12.9	55.2	83.5	80.3	69.4	17.5	7.5	2.4	2.0	337.3
Quintero	0	0	0.5	13.1	23.3	82.9	84.1	87.4	26.6	3.4	2.3	3.4	326.9
Puchuncaví*	0.4	4.5	3.2	16.6	59.4	91.9	76.8	73.3	20.9	10.9	5.3	1.7	364.9
Montemar	0.7	0	1.9	7.4	20.3	87.6	84.3	71.9	22.9	3.9	3.1	2.9	307.0
Belloto	0.1	0	0.3	8.7	23.7	95.1	116.1	96.7	24.3	2.7	2.0	2.8	372.5
C <sup>o</sup> Alegre(Valp)	2.7	1.7	4.3	13.7	62.1	101.4	92.4	75.7	19.2	14.8	5.0	3.1	396.0
Villa Alemana	1.8	4.1	3.0	16.7	75.8	94.1	82.8	74.5	26.2	9.3	1.5	1.8	391.6
Quilpué	2.1	3.2	3.4	16.3	79.0	11.8	93.0	82.6	25.3	11.3	3.2	2.6	440.3
Marga-Marga	1.3	5.8	2.6	17.6	61.0	95.4	85.0	74.3	21.8	5.9	1.5	2.6	374.8
Peñuelas	2.5	2.5	3.4	15.7	83.8	128.9	94.7	76.3	26.5	11.9	4.2	1.9	452.4
P. Angeles*	1.0	1.0	3.6	17.3	58.8	107.0	80.6	66.2	21.3	12.2	5.2	2.3	376.5
Chincolco*	0.7	1.5	1.2	8.0	30.7	45.9	35.4	35.7	14.1	7.1	2.0	0.3	182.6
H. El Sobrante	0.3	0.2	1.9	9.5	36.7	36.1	33.7	29.5	12.6	6.8	1.0	0.9	169.1
Petorca	0.7	1.9	1.8	10.5	40.4	56.3	44.3	48.9	15.2	7.0	1.6	1.8	230.4

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	AÑO
Longotoma	0.1	0	2.8	15.7	51.6	59.9	64.6	50.0	19.0	3.9	2.6	2.6	272.7
Pedegua	0	0	0.1	18.4	60.4	49.0	52.4	23.9	13.9	7.6	6.3	0.0	232.0
Cabildo	1.1	3.9	1.0	11.3	53.8	68.7	52.6	58.7	10.8	7.1	2.4	2.9	274.2
Pda. Alicahue:													
- La Arena	0.6	0	2.2	10.2	50.8	73.4	51.3	66.2	20.2	8.9	2.3	3.6	289.7
- Administr.	0.1	0	1.0	7.9	42.7	56.2	38.1	48.1	19.6	6.3	1.1	2.9	223.9
- Las Casas	0.3	0	1.1	8.8	47.0	53.7	41.2	52.5	24.7	7.6	1.2	2.8	240.9
- La Mostaza	0.4	0	1.1	9.3	50.6	73.7	51.3	66.0	24.4	8.1	2.1	3.8	290.7
Sn. Lorenzo*	0.3	1.5	1.0	10.6	40.3	65.5	44.4	52.2	16.4	6.9	3.7	0.9	243.7
Hda. Pullalli	0	0	2.6	12.5	58.5	58.0	52.5	54.2	18.0	3.1	2.2	1.6	263.2
La Ligua*	0.3	3.9	1.1	14.9	53.3	75.8	61.0	64.8	18.1	9.7	5.2	1.2	309.3
La Higuera	1.2	3.5	0.7	12.0	44.6	69.0	57.5	53.2	13.3	9.3	2.7	2.0	268.9
El Ingenio	0.4	0	2.0	13.8	56.1	66.0	60.5	54.8	20.2	5.1	2.4	1.9	282.8
Coirón	1.3	3.5	2.9	13.7	48.0	62.9	48.3	62.8	30.9	9.4	4.2	2.1	290.0
Putando	1.2	2.4	1.1	7.3	41.6	64.0	43.2	38.0	14.7	5.6	1.9	2.1	223.1
Sn. Felipe*	1.6	2.3	1.1	8.5	35.5	53.3	38.5	40.1	14.9	7.3	3.4	0.5	207.0
Catemu*	0.2	0.0	1.6	7.7	38.2	62.6	48.2	38.3	16.0	7.0	3.4	1.9	225.1

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	AÑO
Sn. Esteban	0	0	0	6.8	16.1	53.6	47.6	46.4	28.4	9.2	5.3	2.0	215.5
Chagres	0	0	0.5	5.3	11.5	74.5	60.4	54.3	19.4	3.6	1.4	4.6	235.6
La Calera	2.1	2.8	0.3	10.7	56.4	74.3	55.0	50.2	17.9	8.9	3.1	1.5	283.0
La Cruz	0.4	0	3.6	24.2	75.3	85.9	68.9	55.9	15.7	4.8	2.1	2.4	339.3
Los Andes	1.5	2.4	2.6	11.4	45.4	63.3	42.6	39.6	18.6	8.4	3.7	2.5	242.0
Llay-Llay	0	0.6	0.2	12.8	45.0	64.8	51.5	46.9	14.4	7.0	3.5	0.8	247.9
El Sauce	1.1	6.0	3.8	17.6	58.7	50.5	40.7	46.8	15.8	14.0	3.4	1.6	260.0
Quillota	1.8	4.2	1.8	13.8	66.7	102.4	74.8	59.3	19.2	10.8	5.2	2.0	361.9
Río Blanco	2.6	8.4	7.9	29.3	77.2	88.5	83.9	98.6	30.1	17.3	8.8	2.2	454.7
Vilcuya	0	0	1.2	13.7	24.2	63.9	73.4	91.1	18.9	15.4	5.1	7.1	313.9
El Tabón	0.5	0	0.7	8.0	10.5	46.9	75.7	64.9	33.2	2.6	2.7	3.6	249.2
Riecillos*	2.9	7.0	7.0	15.5	79.5	110.2	74.4	73.8	31.5	18.4	11.4	2.8	434.1
Chacabuco	0	0	0.2	5.6	9.7	58.6	52.1	46.3	27.7	6.2	6.2	2.3	214.6
Límache*	0.5	3.3	2.4	18.0	59.8	100.2	80.8	77.1	23.8	13.4	11.4	2.9	386.6
Res. Los Patos*	2.9	4.4	3.2	10.4	46.6	63.4	49.0	51.8	21.8	16.4	4.8	1.8	276.5
Baños Jahuel	2.7	4.2	2.8	2.9	38.2	70.1	40.6	38.5	20.7	8.9	4.2	1.1	235.0
Rungue	0.5	5.0	1.2	7.8	49.3	82.6	65.8	72.4	14.7	4.6	1.6	1.4	306.2
Til-Til	0.1	3.3	1.8	16.1	61.8	86.0	79.3	57.9	21.2	7.6	2.8	1.2	339.1

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	AÑO
Polpaico	2.1	2.7	2.5	10.4	45.7	66.6	59.0	50.9	13.8	7.9	2.1	1.8	265.5
Esmeralda	1.4	5.3	4.3	19	45.6	52.4	49.5	49.5	20.5	12.3	4.0	2.9	267.3
Los Arrayanes	4.7	0.5	3.1	15.5	90.2	144.6	107.3	93.0	26.0	17.2	3.7	3.0	508.8
Batuco	0.8	5.8	1.3	14.3	38.8	51.2	53.0	39.6	9.6	8.1	5.2	3.4	231.1
Fund. Guay-Guay	0.9	1.0	5.8	18.4	70.4	60.0	52.4	45.4	25.6	7.7	2.5	1.2	291.2
Caleu	0.2	0	2.9	18.3	108.4	110.6	142.2	95.1	25.8	5.6	4.2	3.5	516.9
Colliguay	1.9	0	5.0	16.8	96.4	147.8	153.5	113.3	37.5	10.2	2.7	6.8	591.8
Est. Rabuco	0	0	0	21.7	20.6	68.2	120.3	93.7	19.2	2.4	5.1	3.6	334.8
Palos Quemados	3.6	1.8	1.0	6.6	62.5	124.3	74.8	58.4	26.0	10.2	2.4	3.4	375.0
Pedernal	1.3	0	0	0	11.2	62.0	66.6	50.1	20.5	2.9	0.9	1.5	217.0
Hda. Chalaco	1.5	0	0.6	4.2	9.8	53.3	51.7	38.7	22.0	7.0	2.9	0.6	192.2
El Rancho (Hda. Sobrante)	2.2	0	0	6.7	17.1	76.5	55.2	57.9	30.0	10.6	5.9	1.5	263.6
La Chupalla	1.7	0	0.6	4.7	5.2	70.9	63.6	52.5	29.7	6.3	5.9	1.6	242.6
Cuncumán	2.1	0	0.4	5.9	13.6	86.9	43.5	61.3	21.0	4.5	2.9	0.5	242.4
Caimanes	0.6	0	0.1	6.1	16.0	68.0	96.0	67.6	33.5	5.7	1.4	0.5	295.1

(\*) Estación perteneciente al patrón.

TABLA 3.2.1

## TEMPERATURAS MEDIAS |°C|

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	AÑO	ΔT*
Los Vilos	16.3	16.6	15.7	14.2	13.1	11.9	10.9	10.8	11.8	12.9	14.2	15.2	13.6	5.8
Zapallar	18.3	18.1	16.8	14.5	13.0	12.0	11.3	11.6	12.4	13.2	15.3	17.1	14.5	7.0
Quinteros	15.7	15.6	14.4	12.7	11.9	10.9	10.3	10.5	11.0	12.1	13.5	15.0	12.8	5.4
P. Angeles	17.5	17.3	16.4	14.7	13.4	12.5	11.8	12.0	12.5	13.5	15.3	16.6	14.5	5.7
Belloto	18.4	18.1	16.6	14.6	12.7	11.0	10.5	11.2	12.2	13.9	16.0	17.4	14.4	7.9
La Ligua	18.7	18.3	17.2	15.6	13.9	11.6	10.9	11.8	12.9	14.6	16.3	17.9	15.2	7.8
La Cruz	19.4	19.3	18.0	16.2	13.8	11.5	11.1	12.0	13.2	15.2	17.1	18.6	15.4	8.3
Quillota	19.1	18.8	17.7	15.4	13.2	11.3	11.1	11.9	13.3	14.9	16.8	18.4	15.2	8.0
Petorca	21.0	20.4	18.2	15.3	12.7	10.7	10.1	11.1	13.4	16.2	18.3	19.9	15.6	10.9
Llay-Llay	20.1	19.7	18.1	15.5	13.0	10.4	10.5	11.8	13.4	15.3	17.0	18.7	15.3	9.7
Jahuel	22.6	22.3	20.4	17.7	13.6	10.7	10.7	11.5	12.6	15.8	18.4	21.2	16.4	11.9
Sn. Felipe	22.3	21.9	19.1	16.1	12.4	9.4	9.9	11.6	13.4	15.9	18.7	20.8	16.0	12.9
Los Andes	22.2	21.6	19.7	16.3	12.7	9.7	10.0	11.3	13.1	16.0	18.7	21.0	16.0	12.5
Vilcuya	19.6	19.1	17.5	14.7	11.9	9.4	8.7	9.5	11.3	13.3	16.0	18.0	14.1	10.9
Santiago	20.9	20.7	18.6	15.5	12.4	9.5	9.5	10.4	12.5	15.1	18.0	20.0	15.3	11.4
El Cristo	3.6	3.8	2.2	0.2	-2.8	-5.8	-6.6	-5.9	-4.4	-2.7	-0.1	2.5	-1.3	10.4
Juncal	15.6	15.1	13.8	11.7	8.0	5.6	5.2	5.8	5.9	9.1	11.6	13.6	10.1	10.4
Montemar	17.3	16.8	15.8	14.8	13.8	12.7	11.9	12.0	12.5	13.4	14.9	16.7	14.4	5.4

(\*) Amplitud anual.

TABLA 3.2.2

TEMPERATURAS MAXIMAS |°C|

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	AÑO
Los Vilos	21.9	21.9	20.8	19.0	18.0	16.6	15.3	15.2	16.4	17.9	19.6	21.1	18.6
Zapallar	22.6	22.1	20.6	17.8	16.0	14.9	14.1	14.6	15.6	17.1	19.3	21.7	18.0
Quintero	20.2	20.1	19.0	17.3	16.1	15.0	14.3	14.6	15.1	16.2	17.8	19.8	17.1
P. Angeles	21.9	21.6	20.5	18.7	16.8	15.7	14.8	15.3	16.0	17.4	19.7	20.9	18.3
Belloto	26.6	26.1	24.5	22.5	19.7	17.0	16.5	17.7	19.3	21.0	23.7	25.5	21.7
La Ligua	25.6	25.2	24.0	22.0	20.0	17.2	16.7	17.5	18.7	20.8	22.7	24.9	21.3
La Cruz	28.6	28.6	26.7	24.3	20.9	17.7	17.0	18.4	20.3	22.8	25.6	27.4	23.2
Quillota	26.8	26.6	25.7	22.6	19.4	16.8	16.8	18.1	19.7	21.8	24.5	26.3	22.1
Petorca	29.4	29.0	27.1	22.0	19.0	15.9	15.0	16.4	19.6	23.8	26.6	28.2	22.8
Llay-Llay	28.8	28.7	27.3	24.2	21.2	18.0	18.0	19.3	21.2	23.6	25.5	27.3	23.6
Jahuel	30.6	30.4	28.4	25.1	19.1	15.6	15.9	17.2	18.8	22.9	26.2	29.2	23.3
Sn. Felipe	32.5	32.3	29.1	24.9	21.0	16.3	17.3	19.6	22.0	24.5	27.9	30.7	24.8
Los Andes	31.9	31.4	29.4	25.5	20.3	16.4	17.2	18.9	21.0	24.8	28.1	30.7	24.6
Vilcuya	28.5	28.3	26.4	23.4	19.4	15.8	15.1	16.5	19.2	21.7	25.0	27.2	22.2
Santiago	29.2	29.1	26.6	23.1	18.8	14.5	14.7	16.3	18.9	22.0	25.8	28.0	22.3
El Cristo	7.3	7.6	5.7	3.7	0.5	-3.3	-4.3	-3.5	-1.8	-0.1	3.3	6.1	1.8
Juncal	22.1	21.6	20.2	18.0	13.8	11.5	11.0	11.9	13.2	15.6	17.9	20.1	16.4
Montemar	20.7	20.2	18.9	17.6	16.5	15.7	14.9	15.1	15.6	16.6	18.1	19.9	17.5

TABLA 3.2.3

## TEMPERATURAS MINIMAS |°C|

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	AÑO
Los Vilos	10.7	11.3	10.5	9.3	8.2	7.1	6.4	6.4	7.1	7.9	8.7	9.6	8.6
Zapallar	14.0	14.1	13.0	11.1	10.0	9.1	8.4	8.5	9.2	10.2	11.2	12.5	10.9
Quintero	11.1	11.1	9.7	8.1	7.6	6.7	6.3	6.3	6.8	8.0	9.2	10.2	8.4
P. Angeles	13.0	12.9	12.2	10.7	9.9	9.2	8.7	8.6	8.9	9.6	10.9	12.2	10.6
Belloto	10.1	10.1	8.7	6.6	5.6	4.9	4.5	4.6	5.0	6.7	8.2	9.3	7.0
La Ligua	11.8	11.4	10.4	9.1	7.8	6.0	5.1	6.0	7.0	8.1	9.8	10.9	8.6
La Cruz	10.1	9.9	9.3	8.0	6.6	5.3	5.1	5.5	6.0	7.5	8.6	9.8	7.6
Quillota	11.4	10.9	9.6	8.1	7.0	5.8	5.4	5.7	6.8	8.0	9.1	10.5	8.2
Petorca	12.5	11.7	9.3	7.7	6.4	5.4	5.2	5.8	7.2	8.5	10.0	11.6	8.4
Llay-Llay	11.4	10.7	8.8	6.8	4.8	2.8	3.0	4.2	5.5	7.0	8.5	10.0	7.0
Jahuel	14.6	14.1	12.4	10.3	8.0	5.7	5.4	5.7	6.4	8.6	10.6	13.1	9.6
Sn. Felipe	12.1	11.4	9.0	7.2	3.8	2.5	2.5	3.5	4.8	7.2	9.5	10.9	7.0
Los Andes	12.4	11.4	9.9	7.1	5.0	2.9	2.8	3.6	5.2	7.1	9.2	11.2	7.3
Vilcuya	10.6	9.8	8.5	6.0	4.4	3.0	2.2	2.4	3.4	4.8	7.0	8.8	5.9
Santiago	12.6	12.3	10.6	7.9	5.9	4.5	4.3	4.5	6.0	8.1	10.2	11.9	8.2
El Cristo	-0.1	0.0	-1.3	-3.4	-6.0	-8.2	-8.8	-8.3	-7.0	-5.3	-3.4	-1.2	-4.4
Juncal	9.1	8.5	7.4	5.3	2.2	-0.3	-0.6	-0.4	0.5	2.5	5.2	7.1	3.9
Montemar	13.8	13.3	12.7	11.9	11.0	9.7	8.9	8.8	9.3	10.1	11.7	13.4	11.2

TABLA 3.3.1

HUMEDADES RELATIVAS

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Kov	Dic	AÑO
Zapallar	81	81	84	86	87	87	86	86	85	83	81	79	84
Quintero	83	84	87	89	90	90	90	89	88	87	84	83	87
El Belloto	68	73	76	80	83	87	88	85	82	79	71	68	78
Quillota	76	78	79	82	84	85	85	85	84	81	77	74	81
La Cruz	73	76	78	81	83	85	85	83	82	79	75	74	80
Llay-Llay	64	65	71	78	82	86	85	83	80	75	70	67	76
Los Andes	55	56	59	62	67	69	70	69	67	63	56	53	62
Jahuel	55	54	57	59	61	62	63	64	64	63	60	57	60
Juncal	51	52	50	47	55	56	56	55	53	52	50	48	52
El Cristo	59	58	53	48	54	59	59	59	59	60	59	59	57
P. Angeles	78	81	82	83	84	85	85	84	84	82	79	78	82
Montemar	84	84	85	87	88	88	88	88	87	86	85	84	86

TABLA 3.4.1

## NUBOSIDAD EN DECIMOS

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	AÑO
Los Andes	1.2	1.0	1.4	2.4	4.9	5.4	4.7	4.6	5.0	2.9	2.3	0.9	3.7
Quillota	1.98	2.54	2.50	4.41	5.15	5.28	5.10	5.05	5.49	4.38	3.71	2.29	4.0
Quintero	3.41	4.01	4.71	5.39	6.35	5.91	6.10	5.49	5.41	5.48	4.55	4.08	5.1
Llay-Llay	1.58	0.81	1.23	2.61	4.78	4.62	4.14	3.98	4.52	3.05	2.19	0.97	2.9
Jahuel	1.45	0.8	1.5	1.5	3.6	4.4	3.3	4.2	2.0	1.6	-	0.6	
P. Angeles	3.51	3.79	4.06	5.21	5.95	5.81	5.81	5.35	5.35	5.23	4.42	3.92	4.9
El Belloto	2.23	2.53	3.28	4.04	5.44	5.79	6.04	5.40	5.19	4.96	3.80	2.70	4.3
El Cristo	2.95	2.34	2.51	3.04	4.53	5.43	5.13	4.98	4.45	4.76	4.20	2.98	3.9
Montemar	4.01	3.68	4.46	5.29	5.75	5.21	5.73	4.79	4.65	4.35	4.53	4.06	4.7

TABLA 3.4.2

HORAS DE SOL (horas/día)

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	AÑO
Los Andes	10.6	9.4	8.1	6.4	5.1	4.4	4.6	5.1	6.1	7.5	9.5	10.9	7.3
Lliu-Lliu	12.3	11.5	10.5	9.0	7.8	7.0	7.4	8.6	9.9	10.9	11.8	12.5	10.0
Valparaíso	7.8	7.2	6.0	4.7	3.2	3.3	3.9	4.7	5.6	6.5	7.1	7.6	5.6
Santiago	10.3	9.5	8.6	6.3	4.1	3.2	3.5	4.1	4.9	6.6	8.8	10.5	6.7

TABLA 3.4.3

RADIACION SOLAR (ly/día)

Lstación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	AÑO
Los Andes	572	498	400	273	194	140	162	221	330	416	540	603	362
Lliu-Lliu	578	532	420	277	199	132	162	234	322	410	492	580	362
Valparaíso	548	470	365	255	180	145	167	235	315	430	525	570	350
Santiago	575	515	400	270	185	120	125	185	310	410	525	585	350

TABLA 3.5.1

1 nudo = 0,515 m/s.  
= 1,85 Km/h.

VIENTOS: Dirección dominante  
Frecuencia [%] de la dirección dominante  
Fuerza media [nudos]

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
P. Angeles	SW 60 5.3	SW 61 4.3	SW 56 3.2	SW 46 3.0	SW 34 2.7	SW 30 3.1	SW 33 3.0	SW 42 3.2	SW 52 4.5	SW 61 4.8	SW 65 5.3	SW 61 5.5
Quintero	SW 53 10.8	SW 57 11.2	SW 52 8.2	SW 49 6.9	SW 45 6.2	SW 41 7.3	SW 38 6.8	SW 54 8.6	SW 65 9.2	SW 63 9.8	SW 65 9.5	SW 63 11.1
Pelloto	W 36 8.3	W 37 7.4	W 30 6.3	W 29 4.8	W 16 3.3	N 12 2.4	W 12 2.7	W 17 3.3	W 20 5.0	SW 28 6.9	W 26 6.5	W 27 7.6
Quillota	SW 92 4.6	SW 87 4.2	SW 83 3.9	SW 77 4.0	SW 54 3.6	SW 46 3.8	SW 45 3.5	SW 64 3.5	SW 67 4.0	SW 77 4.3	SW 86 4.8	SW 88 5.2
Llay-Llay	W 76 9.5	W 75 7.8	W 71 7.4	W 60 6.1	W 63 5.2	NW 40 5.0	NW 56 4.8	NW 47 5.9	NW 58 7.5	NW 65 7.6	W 79 8.3	W 86 8.5
Los Andes	SW 41 5.3	SW 43 4.7	SW 34 4.0	NE 33 3.1	NE 30 2.8	NE 33 2.8	NE 33 2.4	NE 28 2.3	SW 28 4.0	SW 45 4.1	SW 47 4.9	SW 60 5.9
El Cristo	SW 78 15.4	SW 74 15.4	SW 78 13.6	SW 69 11.8	SW 69 10.9	SW 77 13.2	SW 60 11.9	SW 64 13.3	SW 75 13.7	SW 63 13.2	SW 64 16.	SW 77 16.4

TABLA 3.6.1

EVAPORACION |mm|

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	SUMA
La Cruz	176.7	165.2	117.8	72.0	34.1	33.0	24.8	34.1	57.0	62.0	87.0	158.1	1021.8
Vilcuya	347.2	294.0	275.9	195.0	133.3	96.0	93.0	114.7	150.0	201.5	240.0	322.4	2463.0
Los Andes	99.0	82.6	72.9	53.3	38.8	26.4	32.6	42.0	41.9	60.0	76.4	94.3	722.3

TABLA 4.1.1

DIAS-GRADO SOBRE 10°C

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Suma anual	Suma Sep-Feb
Zapallar	249	243	204	135	90	63	47	54	74	96	159	213	1627	1034
Quintero	171	168	132	81	61	40	30	33	42	66	105	150	1079	702
P. Angeles	225	219	192	141	102	76	58	63	76	105	159	198	1614	982
El Belloto	252	243	198	138	81	42	33	45	68	117	180	222	1619	1082
La Ligua	261	249	216	168	117	54	40	58	87	138	189	237	1814	1161
La Cruz	282	279	240	186	114	52	43	63	96	156	213	258	1982	1284
Quillota	273	264	231	162	96	47	43	61	99	147	204	252	1679	1239
Petorca	330	312	246	159	81	37	28	44	102	186	249	297	2071	1476
Llai-Llay	303	291	243	165	90	32	33	58	102	159	210	261	1947	1326
Jahuel	378	369	312	231	108	37	37	52	78	174	252	336	2364	1587
Sn. Felipe	369	357	273	183	74	19	25	54	102	177	261	324	2218	1590
Los Andes	366	348	291	189	81	22	26	47	93	180	261	330	2234	1578
Vilcuya	288	273	225	141	61	19	13	20	47	99	180	240	1606	1127
Juncal	168	153	114	36	8	-	-	-	-	16	54	108	657	499
Montemar	219	204	174	144	114	81	61	63	76	102	147	201	1586	949

TABLA 4.2.1

HORAS DE FRIO

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	AÑO
Zapallar					4	17	29	27	15	2			94
Quintero			8	36	48	82	99	99	77	38	15	2	504
P. Angeles					5	15	24	26	20	9			99
El Belloto	3	3	24	86	134	171	195	189	165	82	33	14	1099
La Ligua			1	17	43	113	160	113	69	36	6		558
La Cruz	3	5	13	38	86	148	160	139	113	51	26	6	788
Quillota			9	36	69	123	143	128	77	38	17	0	640
Petorca			18	69	118	143	153	123	61	27	4		716
Llay-Llay			22	77	178	311	298	215	138	69	27		1335
Jahuel				1	38	123	143	123	94	26			548
Sn. Felipe			18	61	242	333	333	263	178	61	10		1499
Los Andes			5	65	165	305	311	256	153	65	15		1340
Vilcuya		6	27	113	201	298	354	340	270	178	69	22	1878
Juncal	17	27	54	148	354	530	551	537	472	333	153	63	3239
Montemar						8	20	22	13	3			66

TABLA 4.3.1

## RESUMEN DE HELADAS

Estación	Años usados	Fechas 50% prob.		Períod. sin heladas (días)	Fechas absolutas	
		Primera	Ultima		Primera	Ultima
Zapallar	(13)			365		
La Ligua	(11)	29 Jun	9 Jul	355	2 May	9 Oct
Quintero	(19)	3 Jul	1° Ago	336	17 May	8 Sep
Montemar	(12)			365		
P. Angeles	(46)			365		
El Belloto	(20)	8 Jun	9 Sep	272	26 Abr	24 Oct
La Cruz	(15)	1° Jul	16 Jul	350	6 Jun	5 Sep
Quillota	(21)	5 Jul	1° Ago	338	26 Abr	7 Oct
Llay-Llay	( 6)	5 Jun	27 Ago	282	18 May	15 Sep
S. Felipe	( 3)	31 May	15 Ago	289	28 May	30 Ago
Los Andes	(23)	9 Jun	23 Ago	290	24 Abr	24 Oct
Jahuel	(14)	28 Jun	29 Ago	303	21 May	24 Oct
Vilcuya	( 6)	13 May	24 Sep	231	26 Abr	21 Oct
Juncal	(10)	21 Abr	16 Nov	156	1° Ene	25 Dic
El Cristo	(11)	2 Ene	30 Dic	3	1° Ene	31 Dic
Jardín Bot.	( 9)	13 Jun	6 Sep	280	15 May	6 Sep

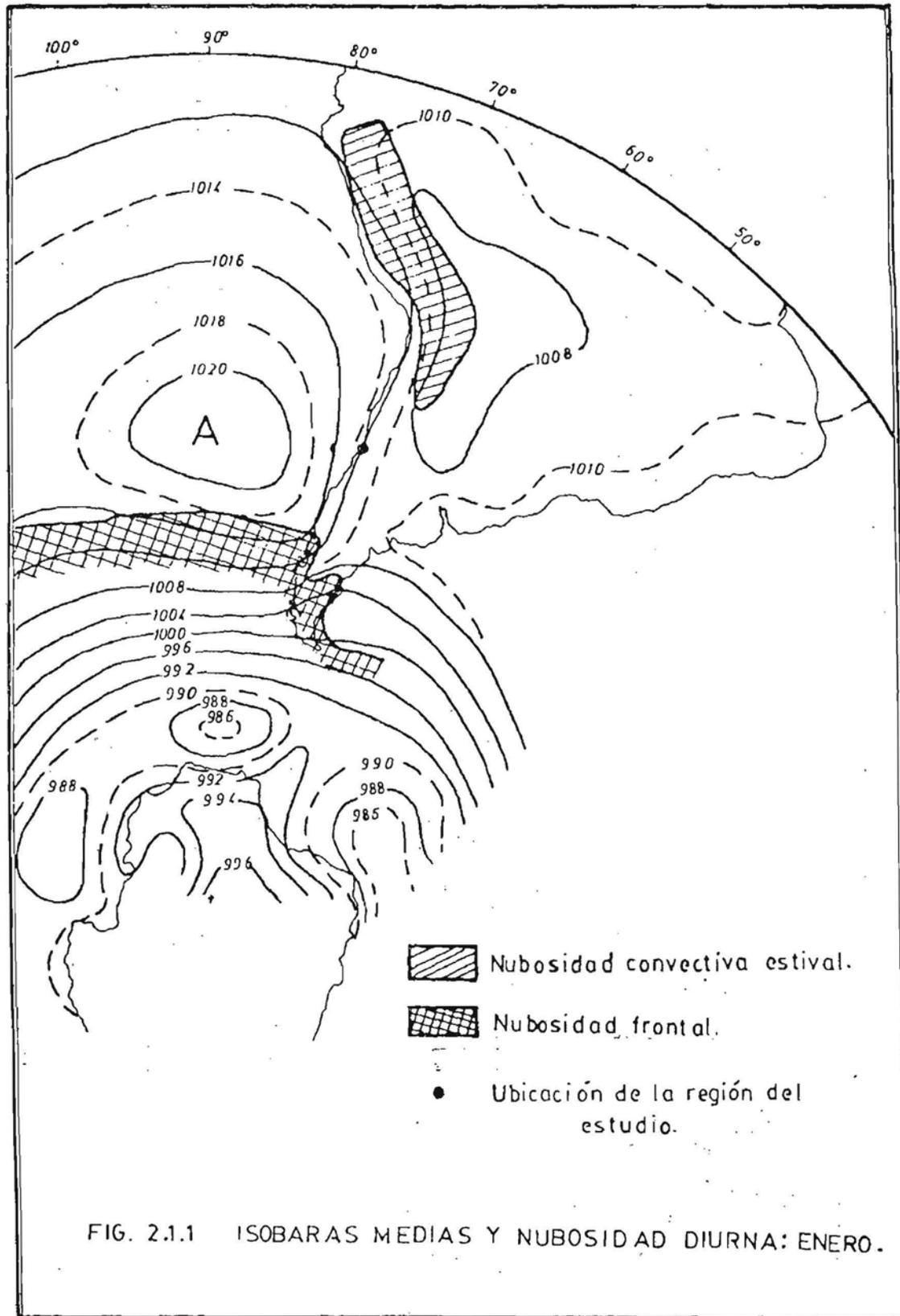
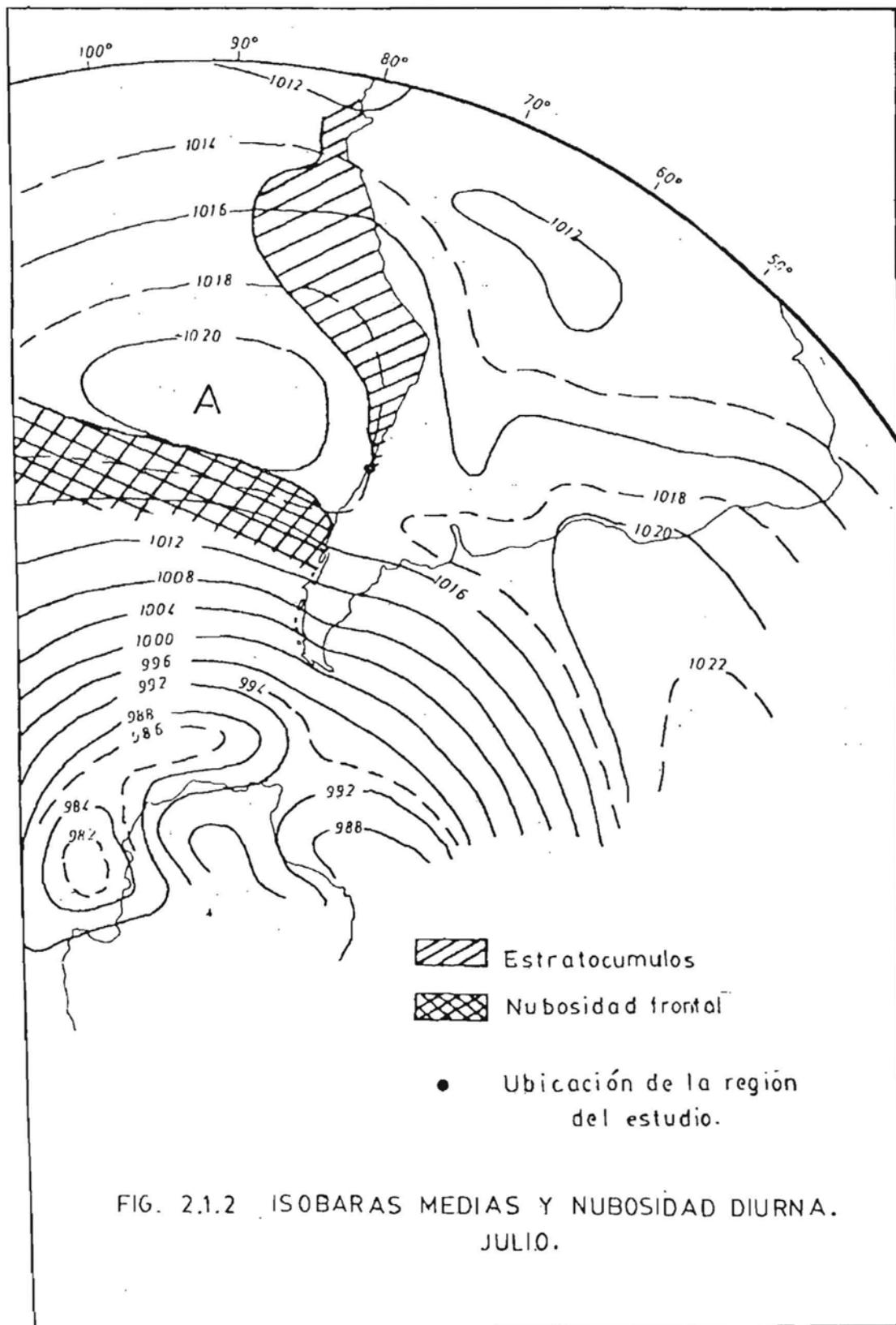
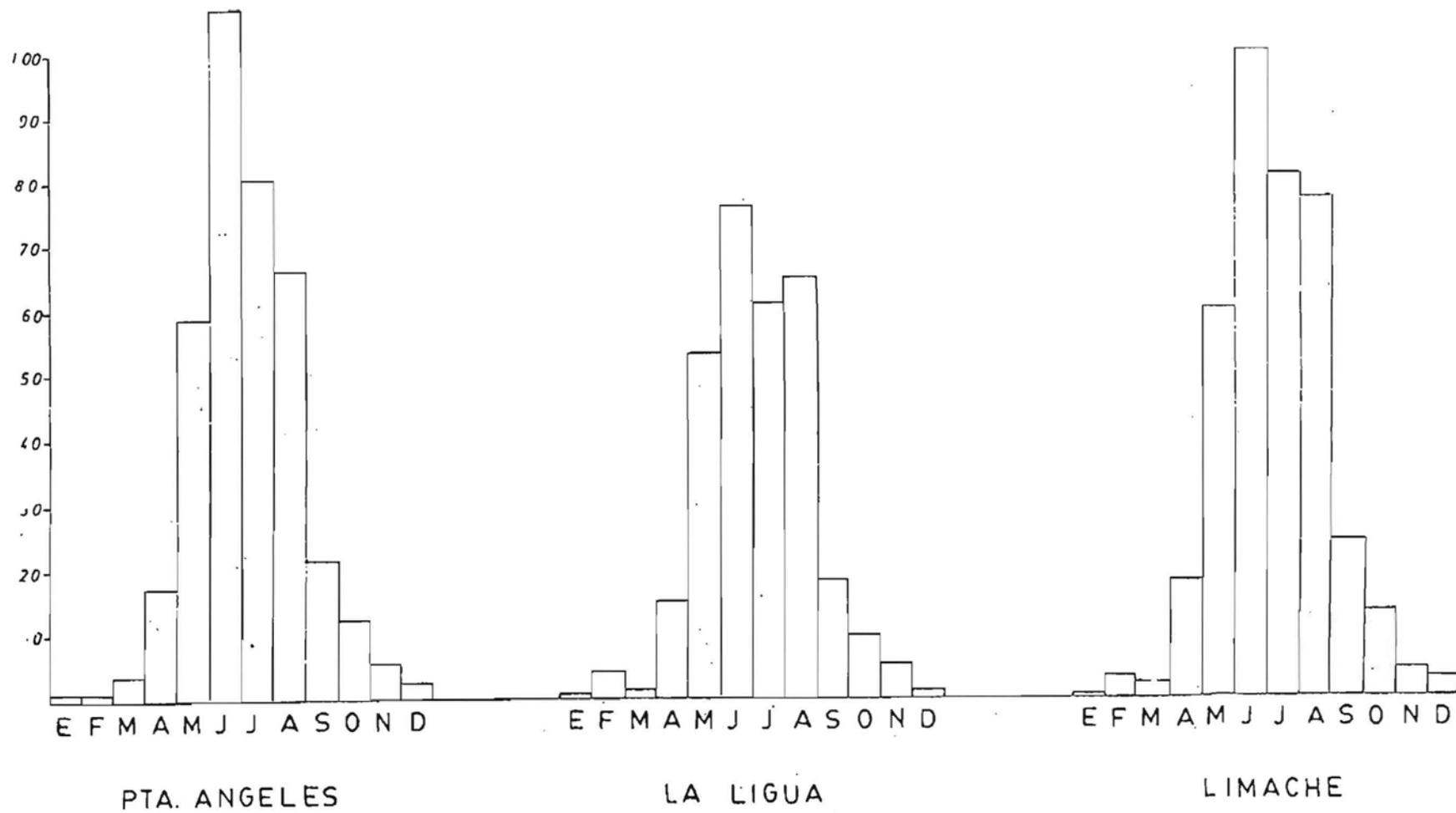


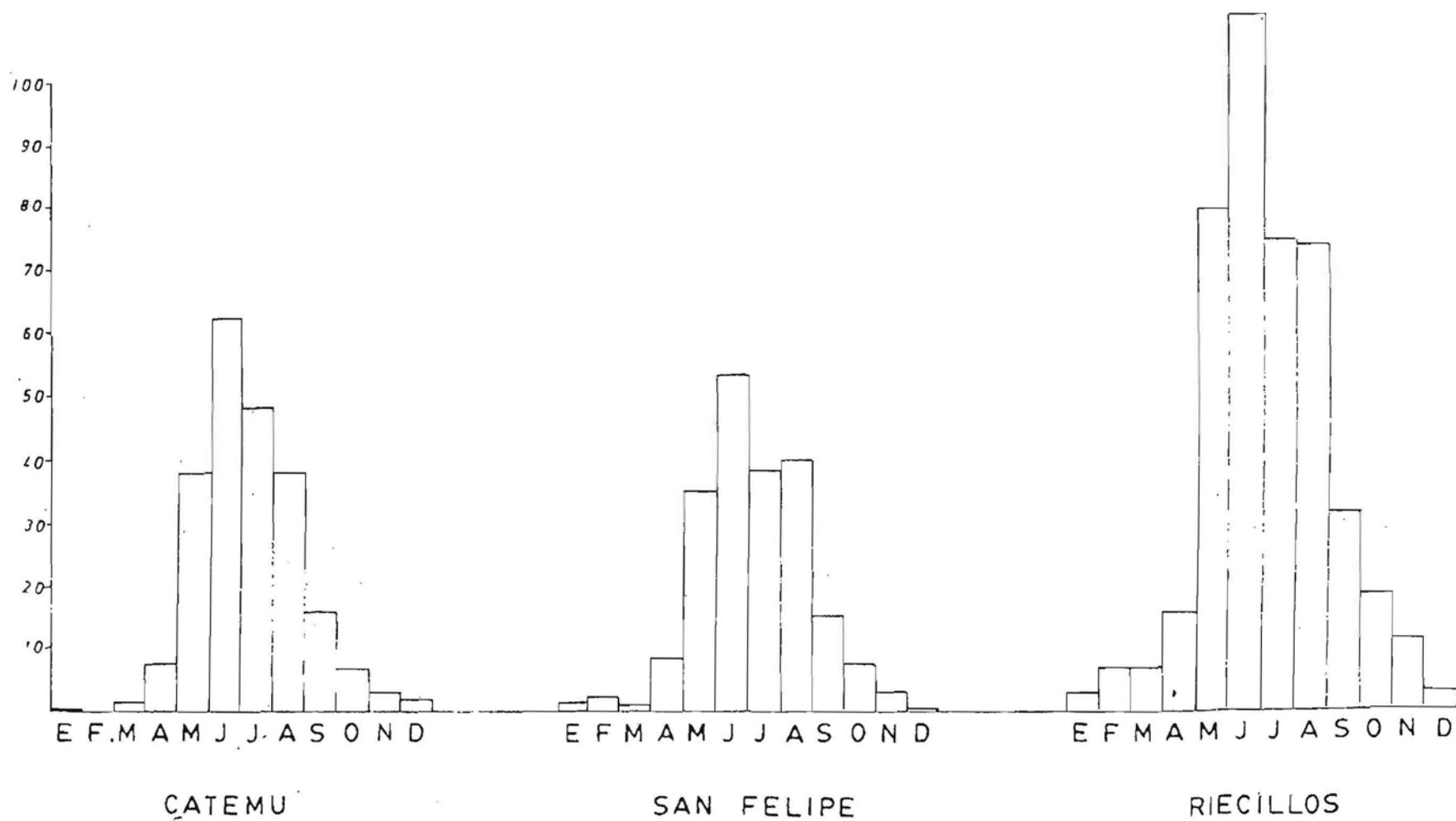
FIG. 2.1.1 ISOBARAS MEDIAS Y NUBOSIDAD DIURNA: ENERO.



PRECIPITACION MENSUAL [mm] Fig. 3.1.1



PRECIPITACION MENSUAL [mm] Fig.3.1.1



# TEMPERATURA

Fig. 3.2.1

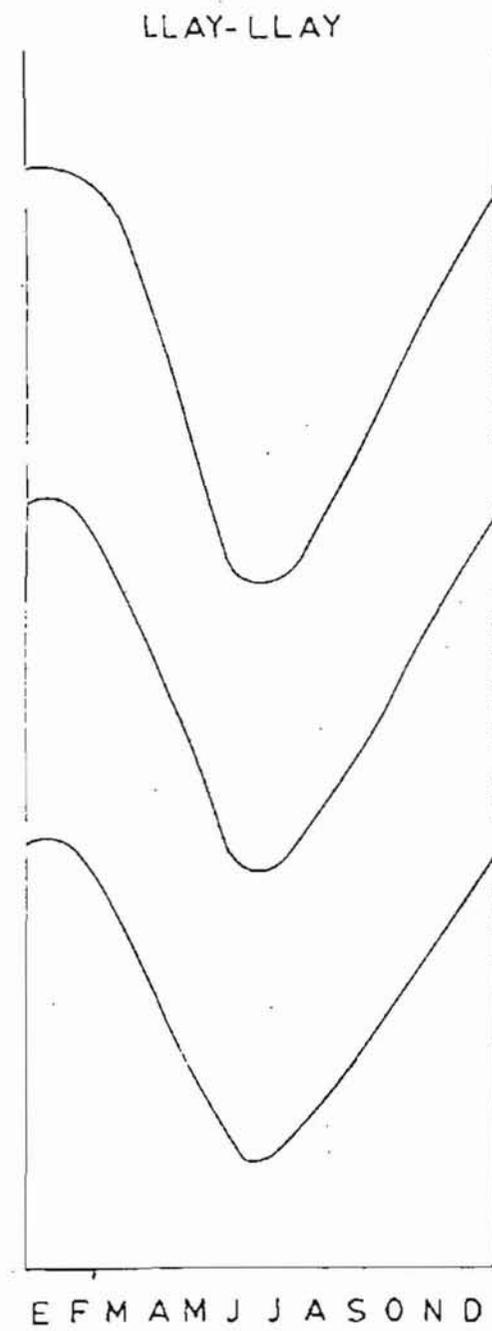
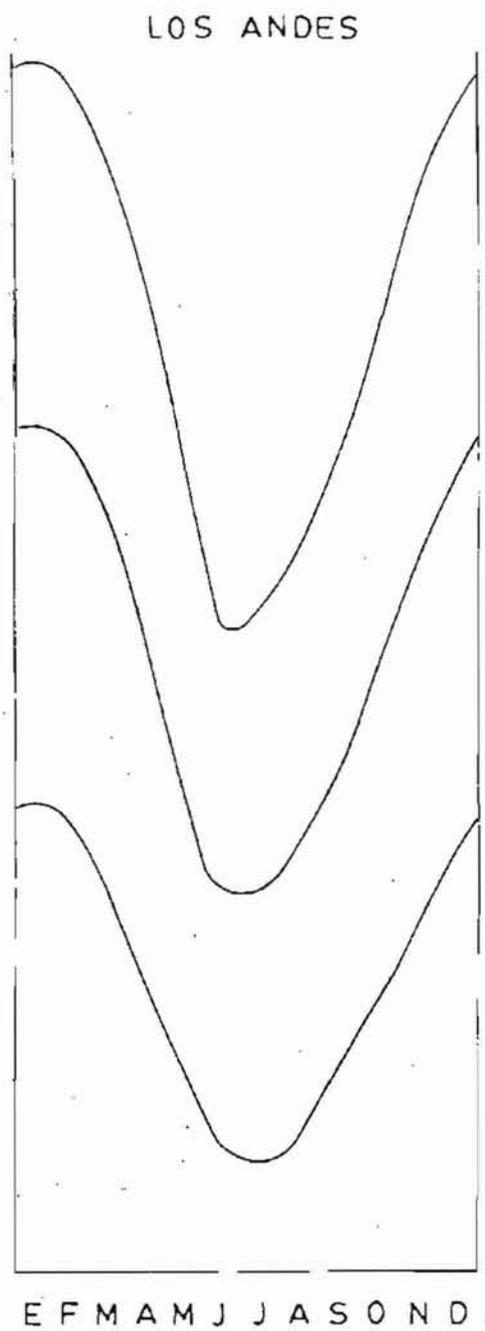
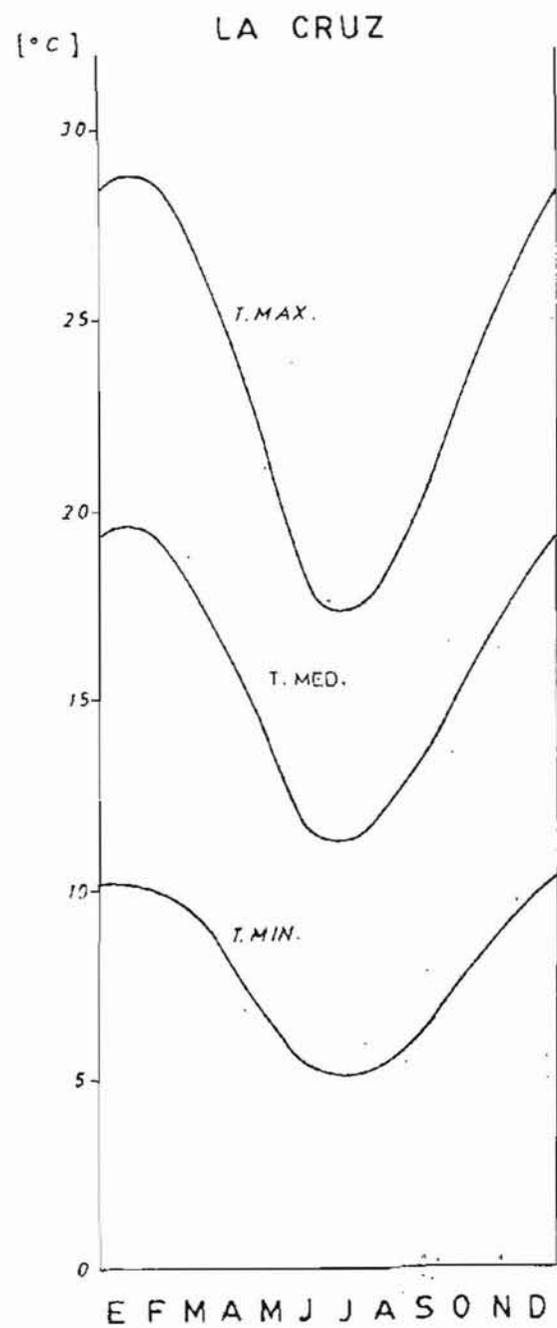


Fig. 3.2.1

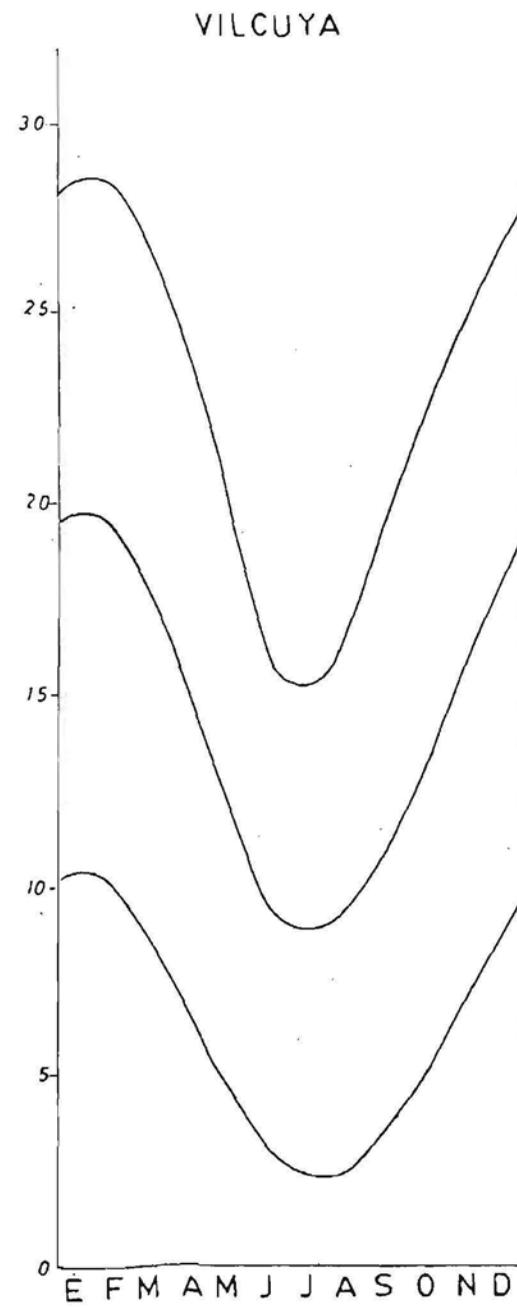
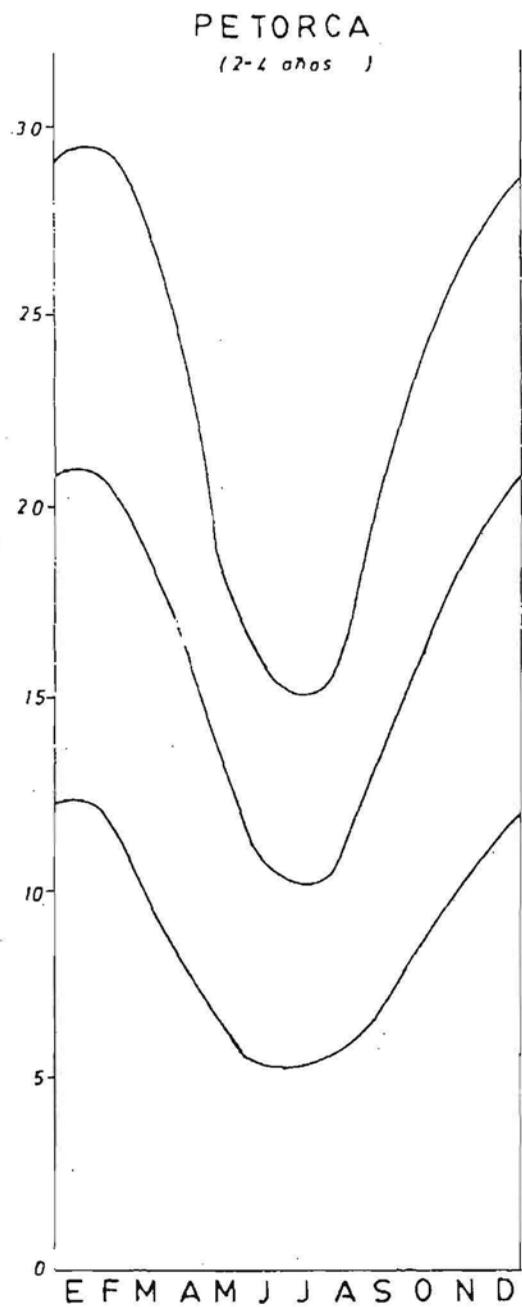
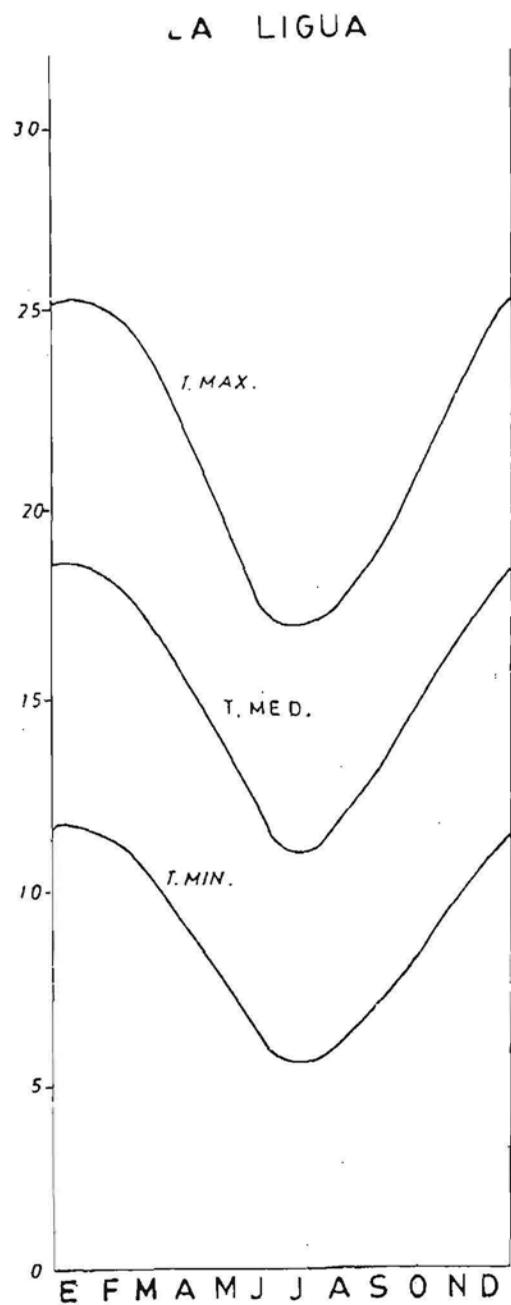
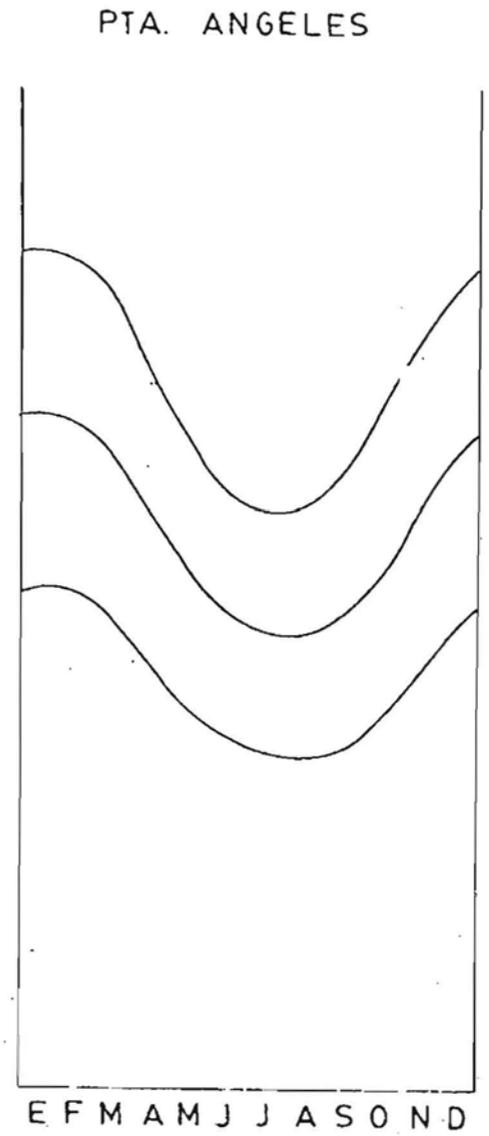
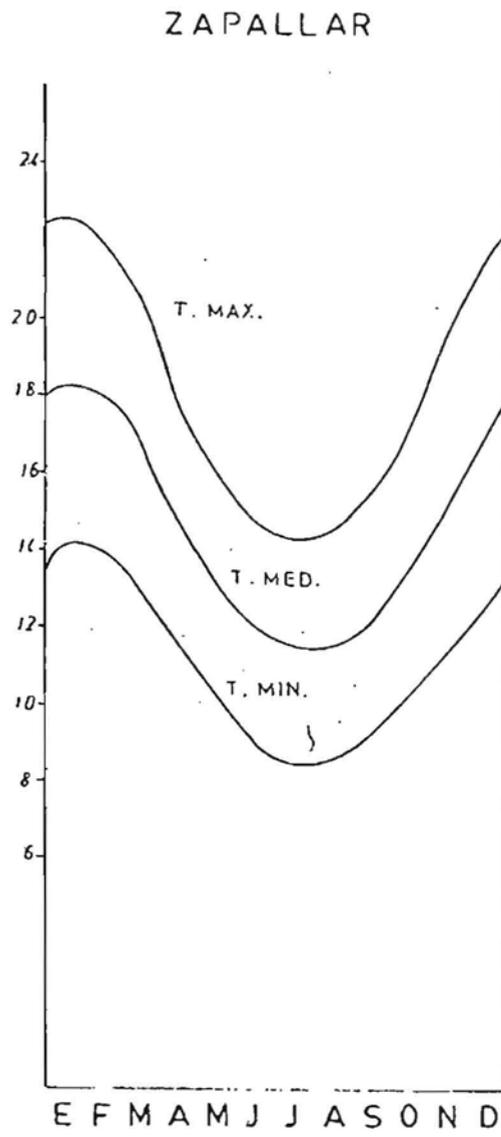


Fig. 3.2.1



[m] - CRISTO

ENERO Fig. 3.2.2

3000-

JUNCAL

2000-

JAHUEL  
(LA TRANQUILA)  
VILCUYA

1.000-

LOS ANDES

SAN FELIPE

SANTIAGO  
PETORCA  
SALAMANCA

LLAY-LLAY

BELLOYS, QUILLOTA, LA LIGUA  
PTA. ANGELES, ZAPALLAR  
QUINTERO LOS VILOS

0

0

10

20

30

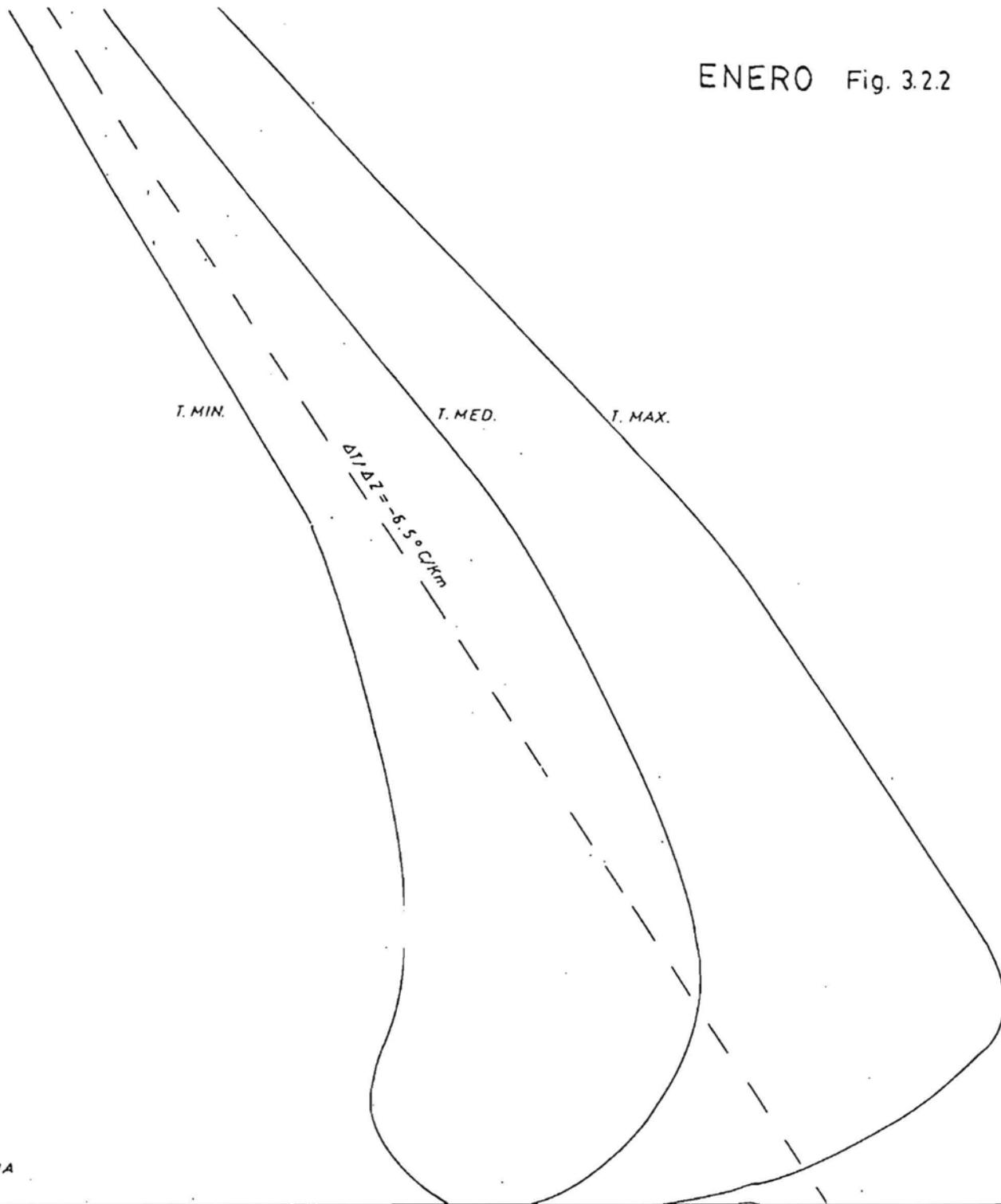
°C

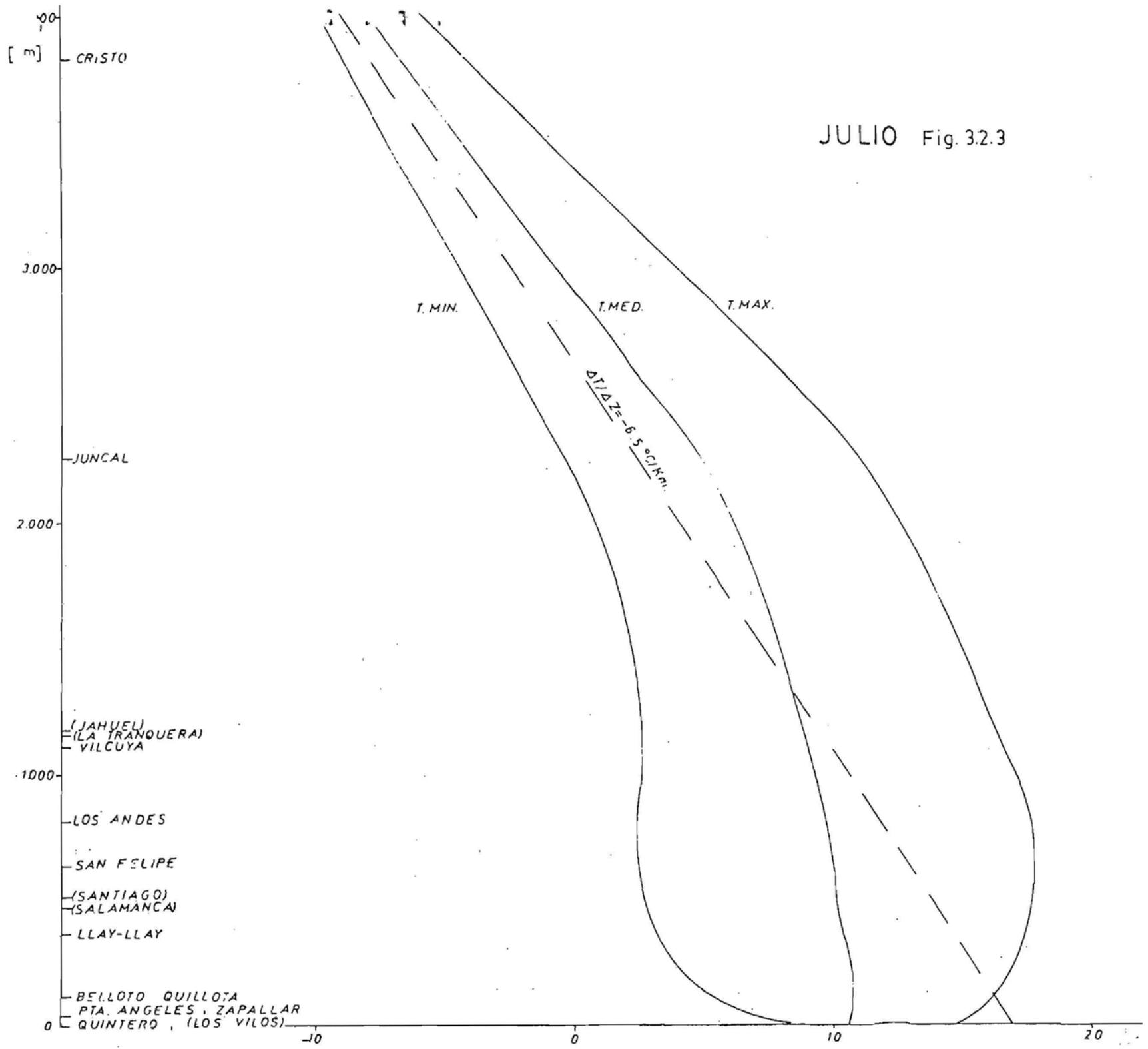
T. MIN.

T. MED.

T. MAX.

$\frac{\Delta T}{\Delta Z} = -6.5^\circ \text{C/Km}$





JULIO Fig. 3.2.3

[ m] CRISTO

3.000

JUNCAL

2.000

(JAHUEL)  
(LA TRANQUERA)  
VILCUYA

1.000

LOS ANDES

SAN FELIPE

(SANTIAGO)  
(SALAMANCA)

LLAY-LLAY

BEILOTO QUILLOTA  
PTA. ANGELES, ZAPALLAR  
QUINTERO, (LOS VILOS)

-10

0

10

20

T. MIN.

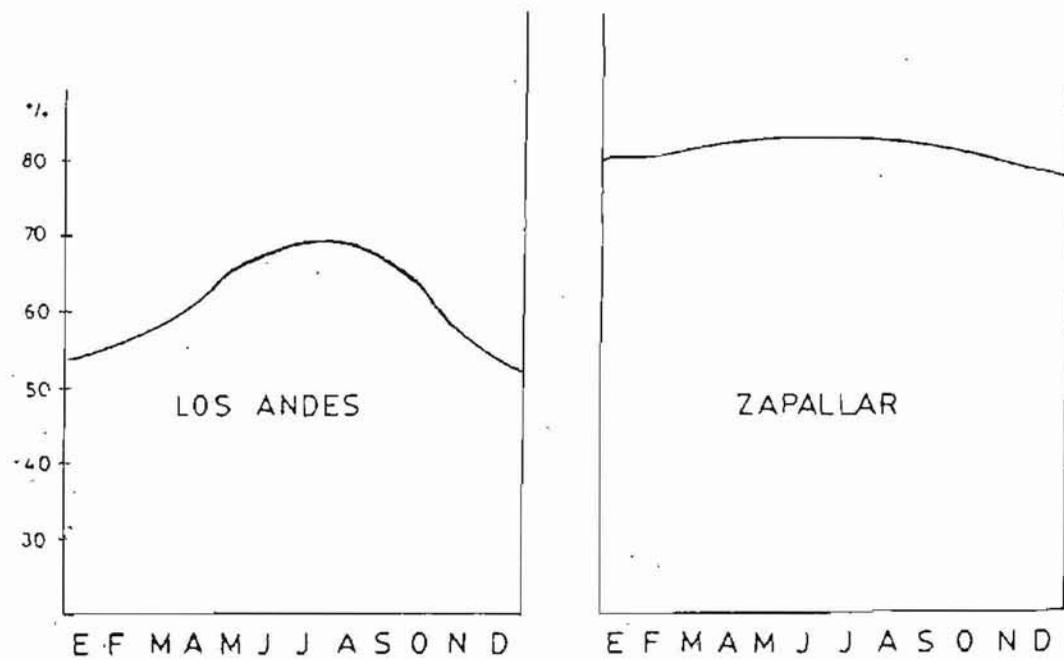
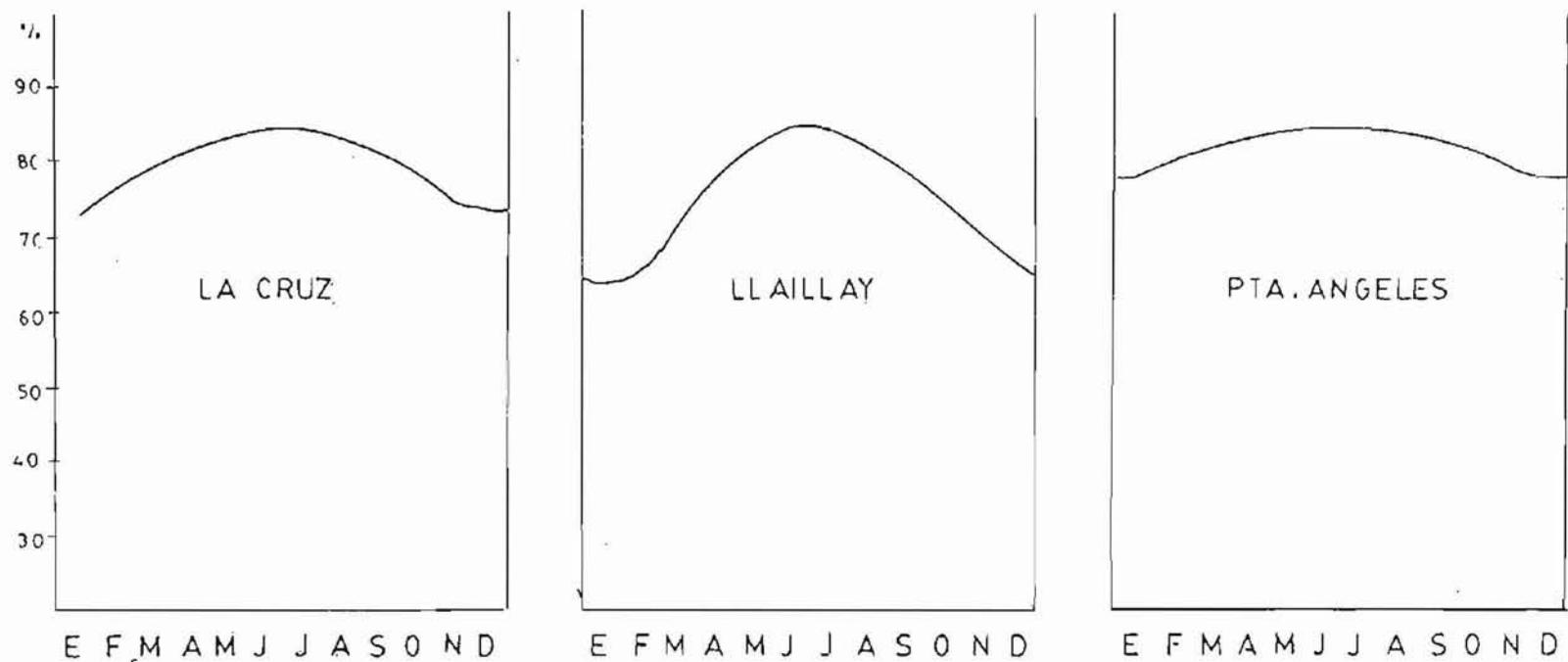
T. MED.

T. MAX.

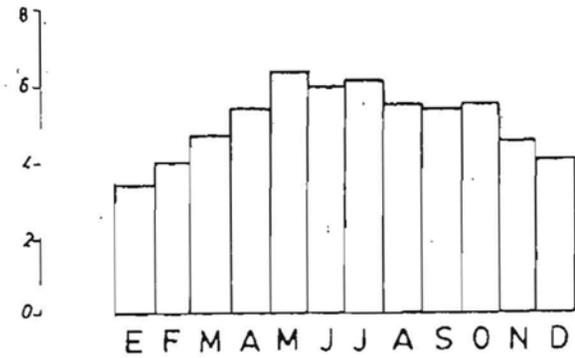
$\Delta T / \Delta Z = 6.5 \text{ } ^\circ\text{C/Km}$

# HUMEDAD RELATIVA

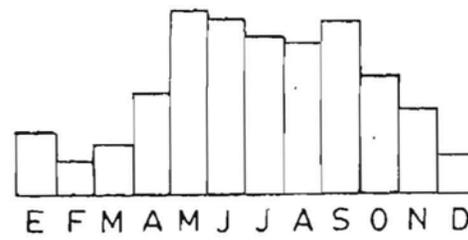
FIG. 3.3.1



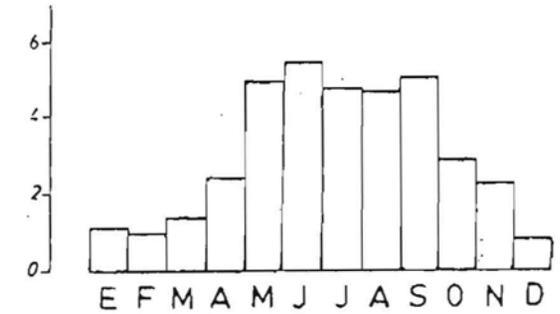
NUBOSIDAD (Décimos) Fig. 3.4.1



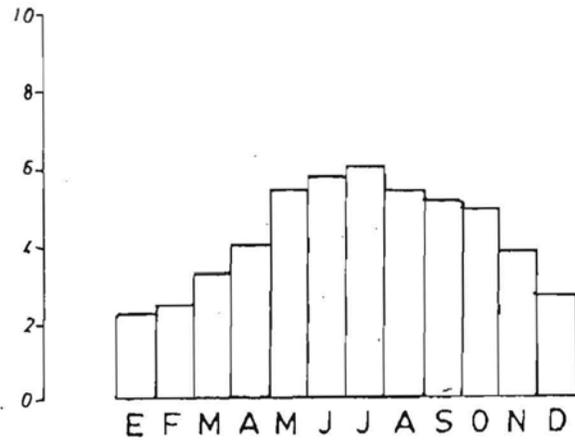
QUINTERO



LLAY-LLAY



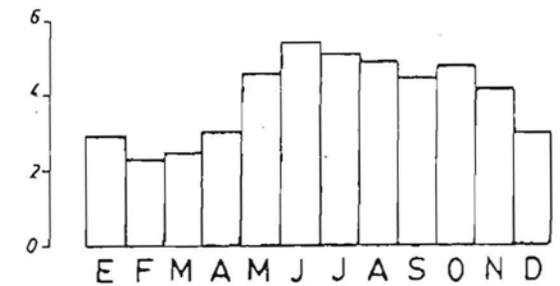
LOS ANDES



EL BELLOTO



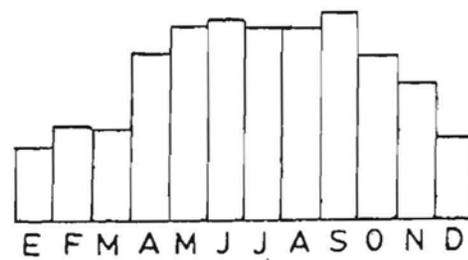
MONTEMAR



CRISTO



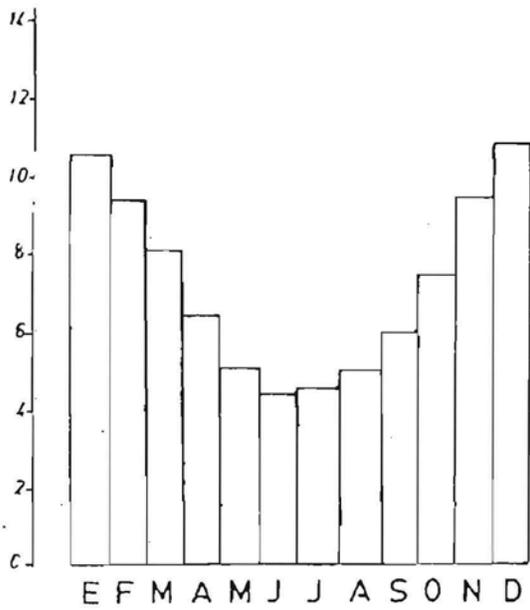
PTA. ANGECES



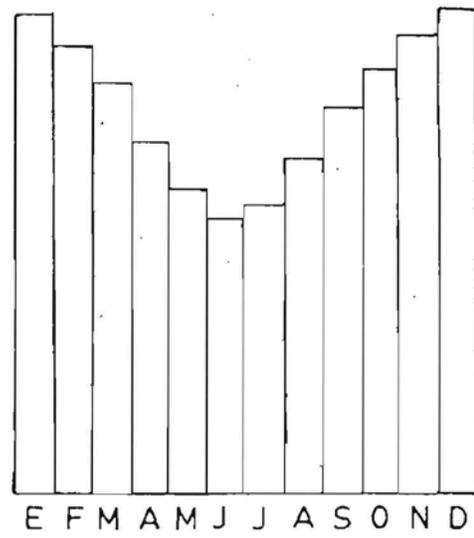
QUILLOTA

# HORAS DE SOL (Horas/Día) Fig. 3.4.2

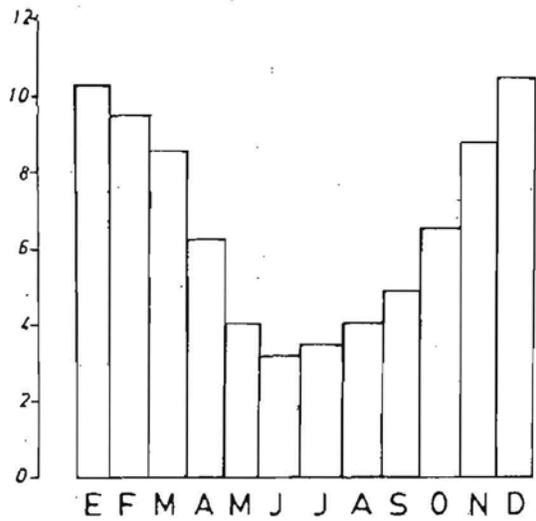
[Horas]  
[Día]



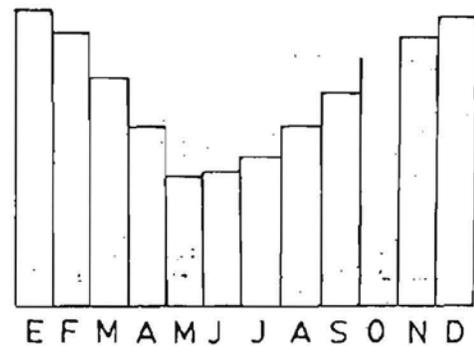
LOS ANDES



LLIU - LLIU

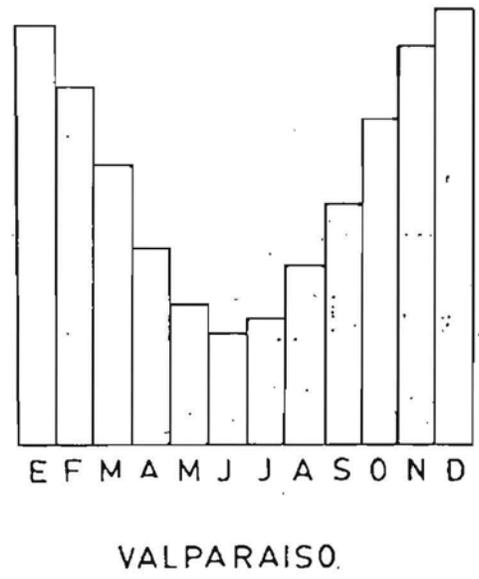
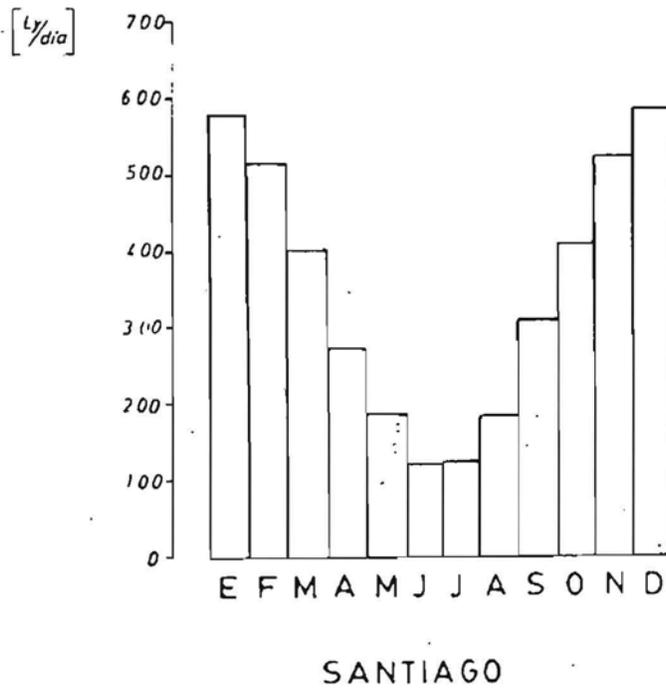
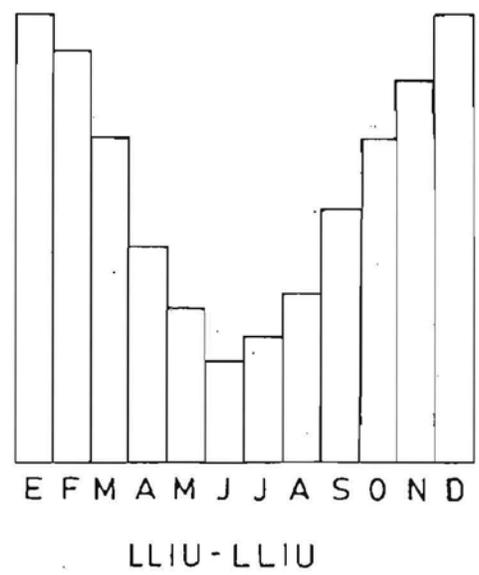
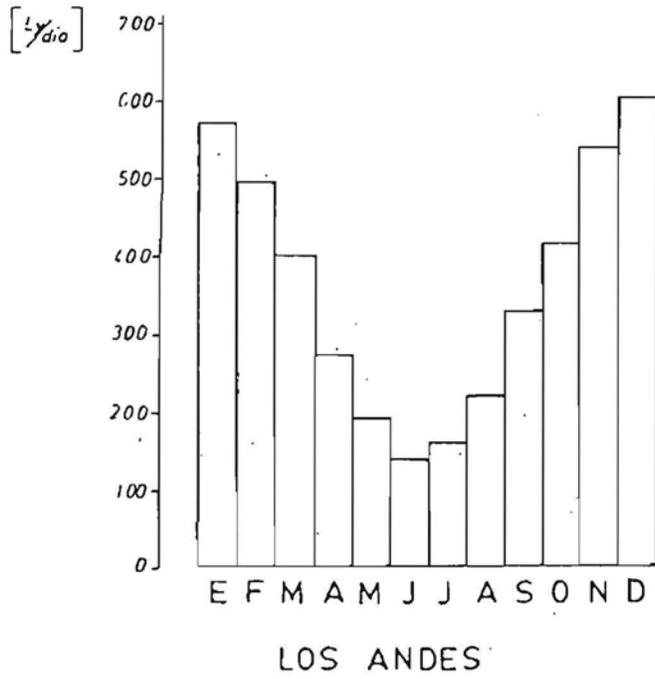


SANTIAGO

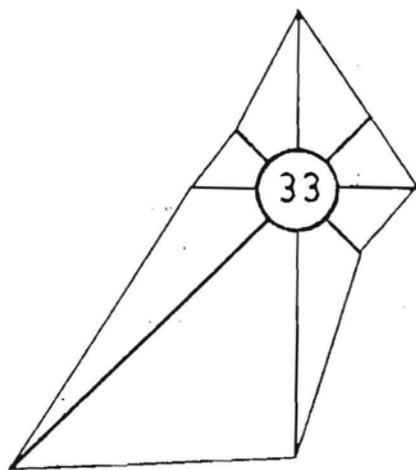


VALPARAISO

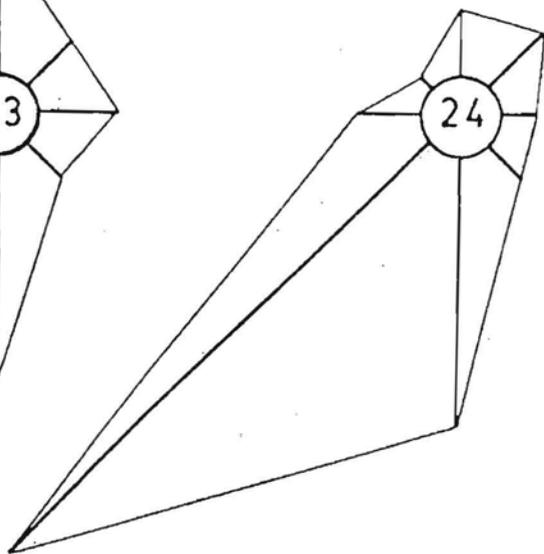
# RADIACION SOLAR Fig. 3.4.3



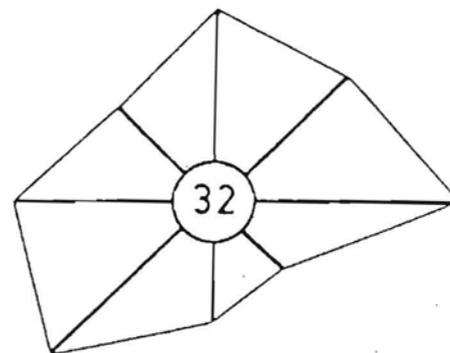
ROSAS DE VIENTOS ANUALES Fig. 3.5.1



PTA. ANGELES



QUILLOTA



LOS ANDES

5%

DIAS-GRADO SOBRE 10°C ACUMULADOS Y PERIODO [ABSOLUTO] CON HELADAS  
 FIG. 4.1.1.

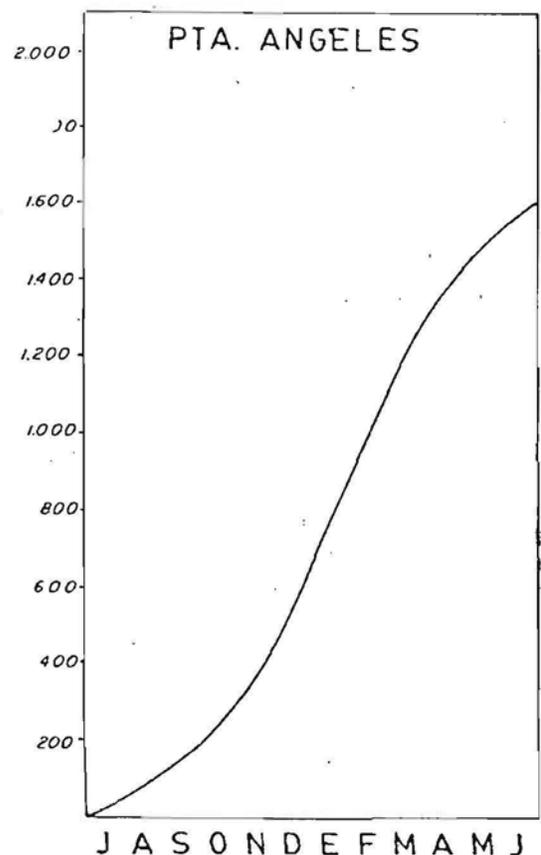
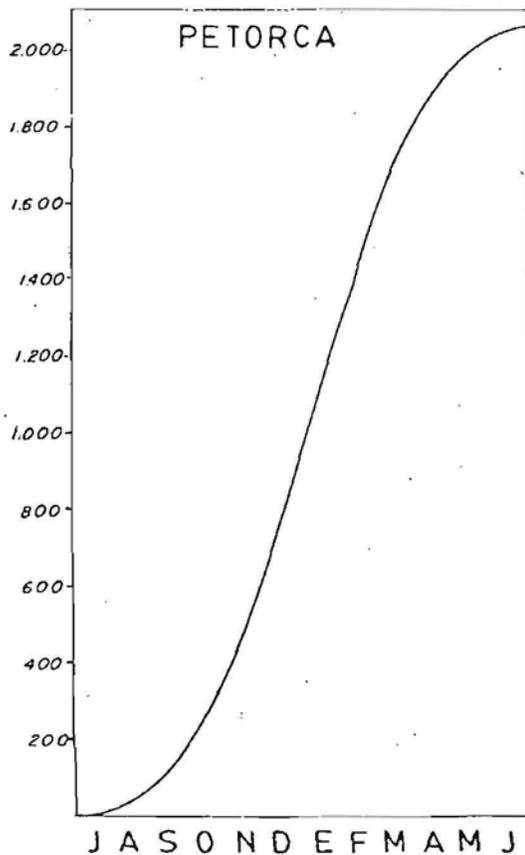
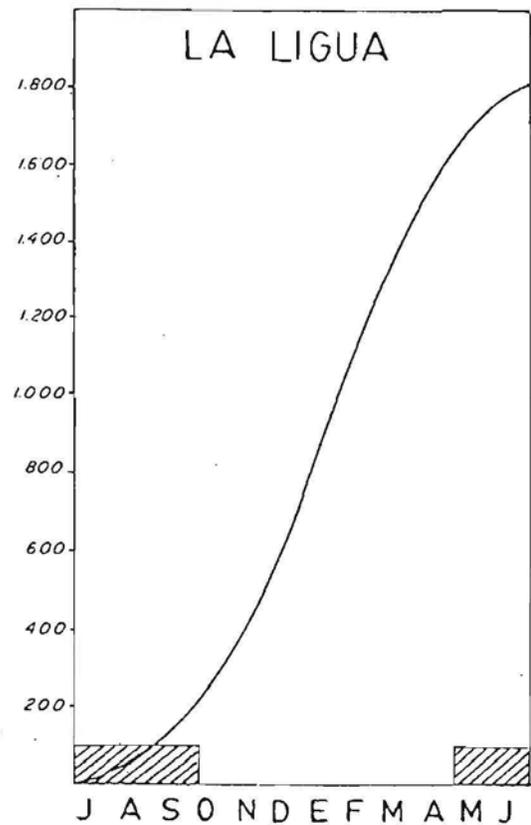
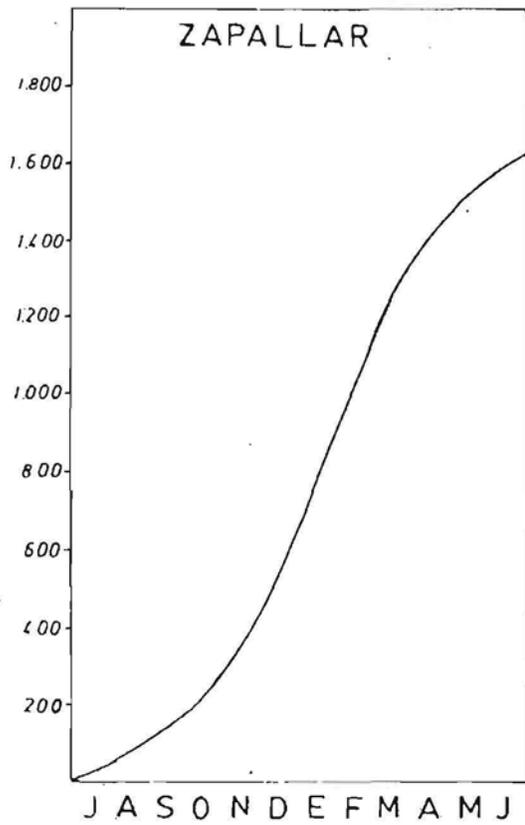
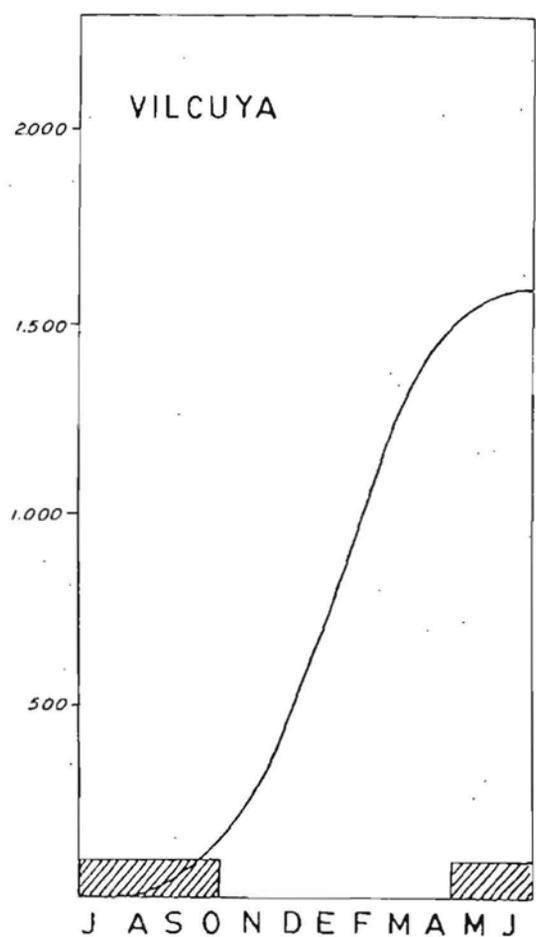
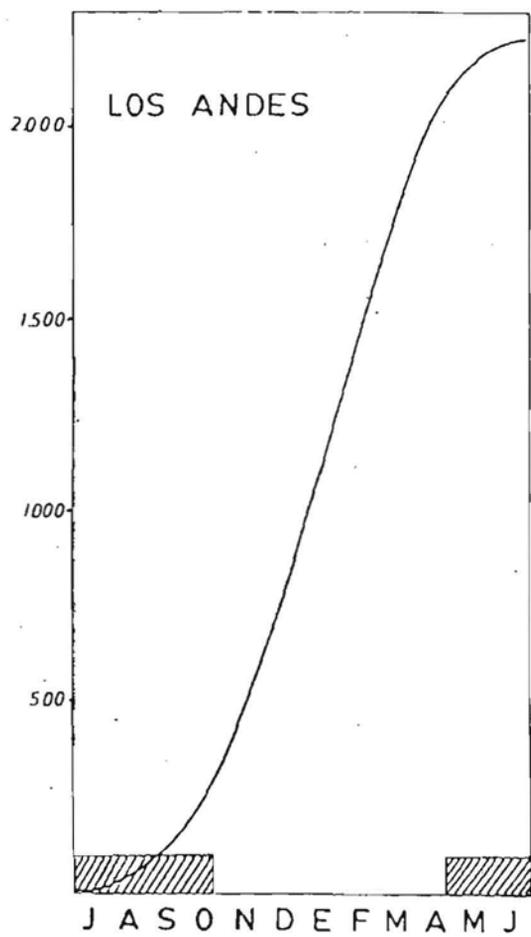
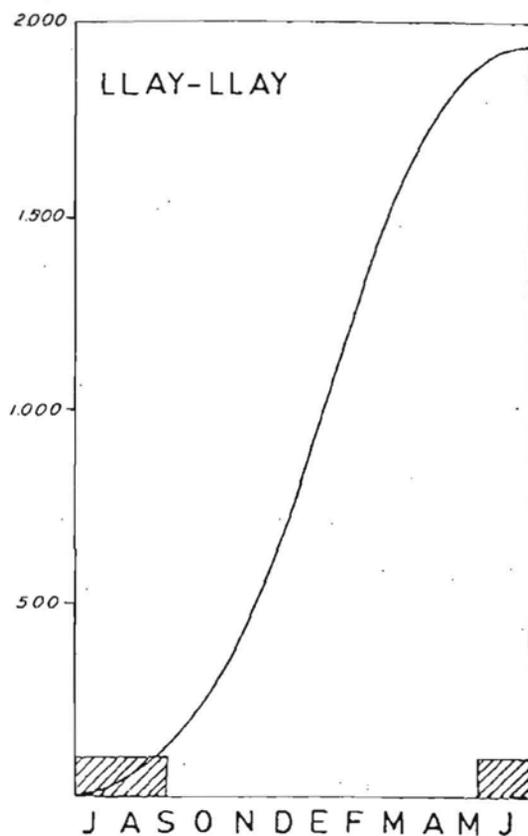
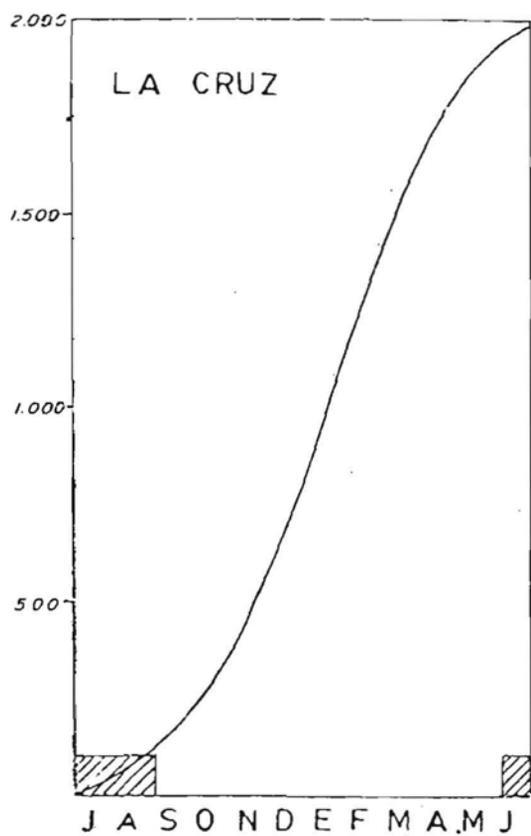


Fig. 4.11



# HORAS DE FRIO Y PERIODO DE RECESO VEGETATIVO

FIG. 4.2.1

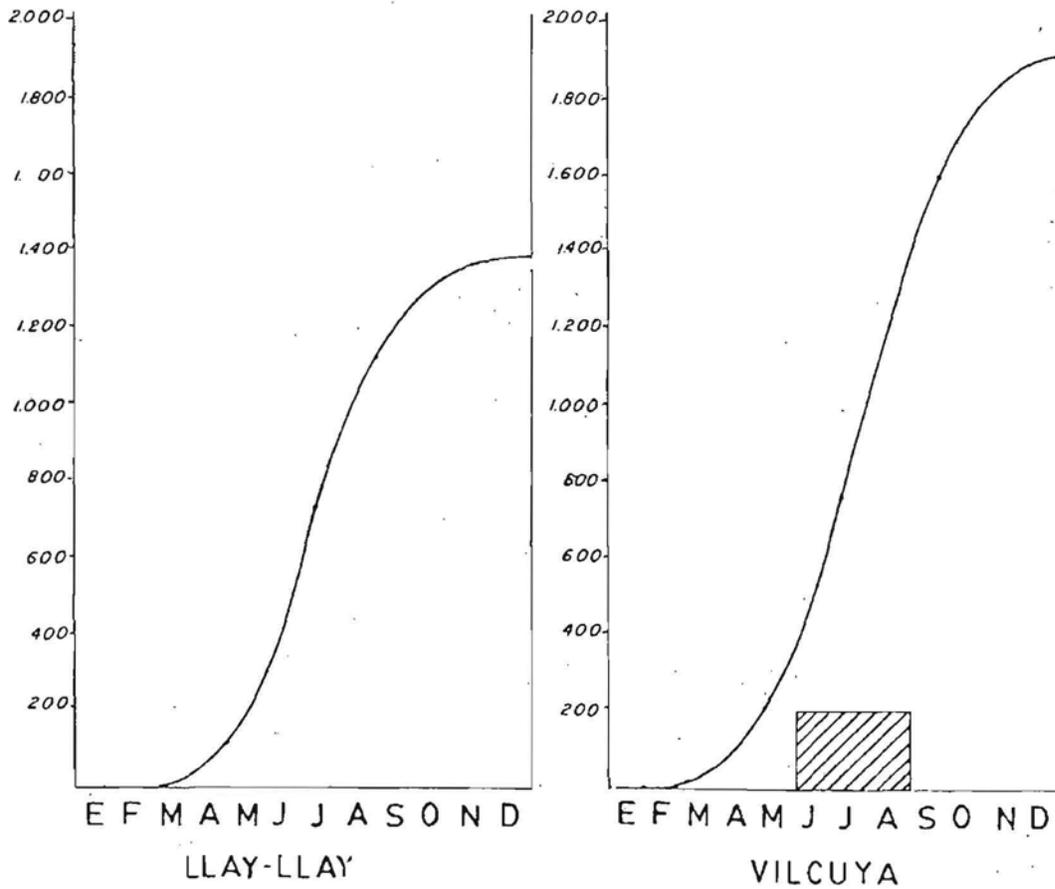
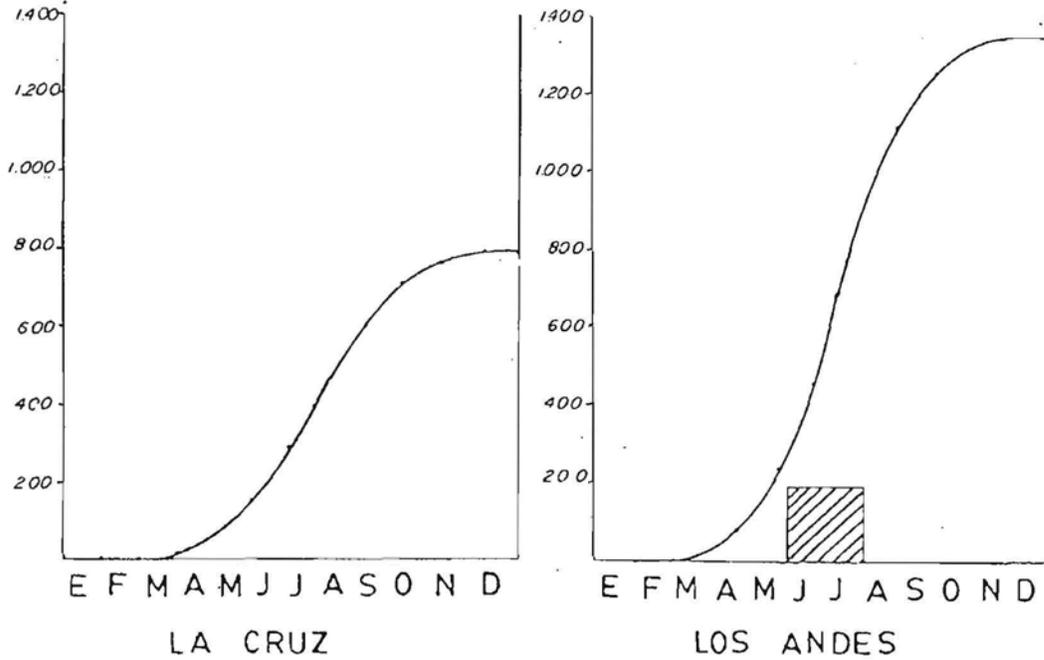


Fig. 4.2.1

