



30 MAR. 1975

"LA AGROCLIMATOLOGIA"

Prof. Gustavo Mercado V.

Valparaíso, Universidad de Chile. Departamento de Geografía

1975. 23 p.

A N E X O 3

AGROCLIMATOLOGIA

FENOLOGIA

BIOCLIMATOLOGIA

CLIMATOLOGIA

GENERAL

GEOMORFOLOGIA

HIDROLOGIA

CLIMATOLOGIA

BIOGEOGRAFIA

GEOGRAFIA FISICA

---

G E O G R A F I A

---

A N E X O 1

Instrumentos para una estación Agrometeorológica.

- Cobertizo Meteorológico (Higrómetro, termómetro de Máxima y Mínima, termógrafo, Meteorógrafo)
- Termómetro a 10 cm. del suelo.
- Geotermómetros (1 cm. hasta 1 metro)
- Evaporímetro - Evaporígrafo
- Pluviómetro - Pluviógrafo
- Anemómetro - Anemómetro
- Heliógrafo
- Actinómetro - Actinógrafo (para radiación total)
- Veleta
- Captador de neblina
- Tensiómetro (para la tensión de la humedad en el suelo)
- Drosómetro (para medir rocío)
- Atmómetro (blanco y negro. Para medir la Evaporación del agua a la interperie)

A N E X O 2

Información pluviométrica tomada del "Proyecto de Caracterización Biósfera del Medio Chileno" de Herman Zepeda Flores y Rosa Demitstein Arditi.

RESUMEN:

- a) Chile contaba el año 1970 con un registro de 935 estaciones pluviométricas o mixtas que entregan información pluviométrica, de propiedad de O.M.C., D.E.A., S.A.G. DOS. ENDESA.
- b) De la totalidad de estas estaciones, sólo 327 tiene más de 20 años de observaciones.
- c) 280 con observaciones continuas de 20 años y más
- d) 47 con observaciones continuas entre 10 y 29 años

DISTRIBUCION :

17 °L.S.	-	30°L.S.	-	27 estaciones
30° L.S.	-	42°L.S.	-	286 estaciones
42° L.S.	-	56°L. S.	-	14 estaciones

Gustavo Mercado Vilches

## 1.- Introducción:

La Agroclimatología es la ciencia que estudia las condiciones climáticas que tienen importancia para la economía agrícola en correlación con los objetos y procesos de la producción agrícola, en otras palabras, es la ciencia que estudia el clima como uno de los recursos naturales más predominantes y necesarios para la economía agrícola.

Schulguin (1966) al respecto de la agroclimatología considera al clima como un recurso natural del territorio que es necesario emplear racionalmente en interés de la economía nacional". Davitaya (1965) señala: "En las últimas tres décadas, el clima se analiza cada vez más como uno de los recursos naturales más importantes que es posible utilizar y explorar, igual que cualquier otro recurso natural..." El recurso climático lo componen principalmente, el calor y la humedad y sus diferentes combinaciones. Igualmente están incluidos los recursos de radiación solar y del viento que se pueden utilizar entre otros.

"Entre los recursos naturales hay algunos que después de su utilización es prácticamente imposible reestablecerlos, Entre ellos, se encuentran en primer lugar, los recursos minerales. Otros, como por ejemplo: los terrenos fértiles, los bosques, la fauna, etc. se restablecen lentamente. El recurso climático tiene propiedades maravillosas, se restablece constantemente (la luz, el calor) o casi constantemente (por ejemplo: la humedad)"

Esta consideración del clima - la de estimársele como recurso natural renovable- entrega la fundamentación conceptual de los estudios agroclimáticos. Como recurso en su plena acepción económica, natural porque se origina en la naturaleza ( el elemento

/.

energético que genera el clima proviene específicamente del sol y renovable por su propiedad de restablecerse en forma constante.

Componen la esencia de la Agroclimatología como ciencia las investigaciones climatológicas en el tiempo y en el espacio ligadas al crecimiento y desarrollo de las plantas agrícolas, considerando la influencia del relieve, del suelo y la actitud del hombre.

Las características específicas de Agroclimatología consisten en que establece las leyes de correlación entre los fenómenos físicos y biológicos importantes para la economía agrícola.

La Agroclimatología da la base teórica para el más efectivo aprovechamiento de las favorables condiciones climáticas para los propósitos de la economía agrícola, da la base científica de la lucha contra los fenómenos desfavorables del clima e investiga los caminos del mejoramiento del clima.

El estudio agroclimático de una región es muy importante para la distribución correcta de las distintas ramas de la economía agrícola: las plantas y especies de cultivo, tipos o especies de animales agrícolas, tipos de máquinas agrícolas, los sistemas de agricultura, especialización de las estancias o haciendas (fundos, parcelas), y también tienen importancia para el desarrollo de territorios nuevos.

La Agroclimatología pretende elaborar índices para la valoración agrícola del clima, zonifica territorios para determinar la validez de las especializaciones agrícolas, examinar las condiciones favorables y desfavorables del clima para los diferentes cultivos, estudiar la influencia de los elementos del clima por separado y observar su incidencia en el crecimiento y desarrollo de las plantas, estudiar el clima vinculado a la agrotecnia, entregar pronósticos agroclimáticos, incorporar nuevos territorios e introducción de cultivos especializados en esas nuevas regiones, etc.

La Agrotecnia debe ser diferenciada en el tiempo y en el espacio contando con las condiciones <sup>CLIMATOLÓGICAS</sup> ~~que~~ que hay y que se esperan y también con las particularidades naturales del territorio.

EL pronóstico de las condiciones agroclimáticas es muy importante para el empleo correcto de los métodos de elaboración o trabajo de los suelos y los métodos de recolección de la cosecha, de la Agrotecnia y de otros métodos dirigidos a la obtención de altas cosechas.

En sus investigaciones la Agroclimatología, emplea los métodos experimentales, lo que hace de ella que se encuentre a nivel de las ciencias exactas. Ejemplo:

- a) Métodos de observaciones paralelas (ligadas) del campo con los fenómenos meteorológicos y el estado de los vegetales en un lugar que permita establecer la relación entre las condiciones del tiempo y el desarrollo y crecimiento de las plantas.
- b) Métodos de períodos acelerados de siembras, ante las cuales las plantas se siembran en el campo, en distintos períodos (durante 3, 5, 10 y más días), y se llevan a cabo observaciones paralelas del desarrollo de las plantas y de las condiciones climáticas.
- c) Método de análisis climatológico de los areales (territorio donde crece y se desarrolla una especie de planta dada) y límites del cultivo de las plantas tomando en cuenta su productividad para el establecimiento de la relación de las plantas con las condiciones climatológicas para su mejor distribución en el terreno. En el ejemplo de este método se tiene en cuenta las condiciones económicas y administrativas domésticas que en gran parte condicionan la distribución de las plantas y de los animales domésticos.

d) Método experimental de laboratorio, que permite, en especiales fitotrones (cámaras de clima artificial), estudiar la dependencia del comportamiento de las plantas de los factores de un ambiente externo.

Para Davitaya (1969), los estudios agroclimatológicos han sido conducidos a través de tres líneas principales:

- a) Evaluación ecológica del clima de acuerdo a todos o alguno de los aspectos de la economía agrícola. Zonificación de territorios y determinación de la validez de especializaciones agrícolas.
- b) Evaluación del clima de diferentes regiones para el cultivo individual de especies o de grupos ecológicos de plantas. Zonificación agroclimática de algunas variedades de plantas y posibilidades de introducción de otras a nuevas regiones.
- c) Validez de las medidas establecidas contra los riesgos climáticos (heladas, sequías, inundaciones). Mejoramiento del clima resultantes de tales medidas.

Simultáneamente dice Davitaya, investigaciones agrometeorológicas siguen los siguientes cursos:

- a) Elaboración de métodos e instrumentos de observación fenológicas, microclimáticas y fitoclimáticas.
- b) Estudio de las influencias de los elementos ~~climáticos~~<sup>CLIMATO</sup> lógicos separados y del tiempo sobre el crecimiento y desarrollo de las plantas, sobre la efectividad de fertilizantes y prácticas agrícolas y sobre la operación de máquinas e implementos agrícolas.
- c) Desarrollo de métodos de rápida colecta y difusión de información sobre el estado de cosechas a lo largo del territorio y métodos de pronosticación de las condiciones de cultivo y producción.

La valoración del clima en relación con los cultivos agrícolas exige modos de expresión cuantitativas lo más exacto posibles. A estos modos de expresión los denominamos índices agroclimáticos.

#### Índices Agroclimáticos:

Estos expresan la relación entre el clima y las características agrícolas de un área en lo que se refiera a unidades cuantitativas y de peculiaridades climáticas en su variación temporal. Según Schulguin (1966) "las características cuantitativas que determinan la relación de la actividad vital de las plantas con las condiciones climáticas llevan el nombre de índices agroclimáticos, estos permiten comparar los recursos climáticos con la necesidad de las plantas.

Para Davitaya (1969) los siguientes índices agroclimáticos han llegado a ser convencionales:

1) Temperaturas acumuladas durante el período con temperaturas medias diarias sobre el cero biológico (para la mayoría de las plantas cultivadas, sobre  $+ 10^{\circ}\text{C.}$ ), para la destinación del aporte de calor durante el período vegetativo;

2) El coeficiente hidrotérmico para el esencial período de crecimiento vegetativo (diez veces las precipitaciones caídas en milímetros, dividido por las temperaturas acumuladas, en grados Celsius);

3) Promedio de temperatura mínima absoluta anual del aire y suelos para la evaluación del letargo invernal. Últimamente el coeficiente hidrotérmico ha sido definido más exactamente tomando en cuenta las precipitaciones invernales, que humedecan el suelo y por reconocimiento de la influencia del déficit de presión de vapor de agua atmosférico sobre evaporación.

Numerosos otros índices han sido empleados (índices de radiación neta  $R/L_r$ , donde  $R$  es la radiación neta,  $r$  es la precipitación anual y  $L$  el calor latente de evaporación: déficit total de presión de vapor de agua atmosférico, radiación fisiológica activa; reservas de humedad acumulada en el suelo, etc.). Su utilización, sin embargo, puede encontrar dificultades por la insuficiencia de la data.

Los índices agroclimáticos han sido <sup>determinados</sup> para las principales plantas cultivadas (cereales, habas, patatas, frutas, té, citrus, algodones, azúcar de caña, etc.) El método de mapas de distribución han sido trabajado considerando la topografía y otras condiciones físicas. Métodos gráficos han sido deducido para frecuencias derivadas de esos índices a partir de promedios de larga serie.

La valorización agrícola de las condiciones climáticas han recibido el nombre de Prognosis agroclimática. La práctica ha demostrado que cada prognosis puede llegar a ser segura en la medida que se consideren los modernos conocimientos.

#### Microclimatología y Fitoclimatología:

En el curso de las investigaciones agroclimáticas se han desarrollado como ciencias independientes la microclimatología y la fitoclimatología.

Las investigaciones de balance de calor y humedad, de la dinámica de humedad del suelo y de la humedad transferida en plantas cultivadas, ha contribuido a formar nociones acerca del microclima de los campos cultivados. Como resultado del desarrollo de estos estudios de evaluación climática para plantas cultivadas, se han aplicado sucesivamente a la vegetación natural de pastoreo.

#### Analogías Agroclimáticas:

En orden a introducir plantas cultivadas y adoptar los más avanzados métodos de cultivos existentes en el mundo, los científicos han desarrollado la teoría de las analogías agroclimáticas. Se reconocen con ello que muchas especies de plantas cultivadas

alcanzan una amplia distribución geográfica y que la superficie que ocupan puede poseer características climáticas absolutamente contrapuestas, como () sucede con los cultivos de trigo, cebada, maíz, papas, verduras y muchos otros. Esta distribución universal es explicada usualmente por el hecho de que muchas plantas se adaptan rápidamente por sí mismas a condiciones climáticas nuevas cuando son llevadas de una región a otra... Esta explicación sin embargo, es incorrecta (Davitaya, 1969).

El potencial de adaptación por sí misma de las plantas a condiciones externas es muy limitado. El cosmopolismo de las plantas es explicado en primer lugar por las diferencias ecológicas de las variedades y segundo, por el hecho de que ellas encuentran en diferentes climas condiciones idénticas o similares para su crecimiento y desarrollo. Estas condiciones se expresan en forma de índices agroclimáticos que pueden ser comparados con los demás. También áreas del globo de diferente aspecto climático pueden ser análogas para determinadas plantas (Davitaya, 1969).

#### Clima y productividad agrícola:

La clara conexión entre clima y productividad agrícola general ha sido revelada por las investigaciones científicas. También se ha revelado que los mejoramientos en los métodos agrícolas han provocado un crecimiento en la producción y que en ello la relación entre clima y productividad ha sido muy alta. Esto es el producto del hecho de que el mejoramiento agrícola se ha basado en la utilización del calor, luz y humedad en la creación de masas orgánicas. Esto ha derivado en una movilización intensiva de los elementos nutritivos del suelo. Cuando las técnicas agrícolas son pobres, por el contrario, la mayor parte de los recursos climáticos son malgastados y entre los procesos físicos priman la evaporación, reflexión, turbulencias, etc.

A través del uso de métodos modernos de evaluación climática ha sido <sup>determinada</sup> la estimación agrícola de un territorio, especialmente a macroescala, en que el clima tiene, una decisiva importancia en el complejo de factores naturales.

/.

*A mesoescala la im-*

portancia del clima y el suelo es muy marcada, mientras que a microescala el factor decisivo es el suelo. (Davitaya, 1969)

Mejoramiento del clima:

Se han establecido dos maneras de mejorar el clima, en forma directa o indirecta y sus efectos sobre la producción de los cultivos agrícolas ha sido determinada cuantitativamente. Se ha demostrado que el clima de los campos cultivados <sup>puede ser cambiado por la</sup> ~~el~~ <sup>agrotecnia</sup> (incluyendo protección de los campos de cultivo por forestación, retención de nieve y agua y otros mejoramientos). Los cambios pueden ser efectuados dentro de una zona geográfica que simula la diferencia que se observa cuando se viaja de una zona a la vecina. En las estepas secas pueden crearse condiciones de estepa <sup>de tipo</sup> típica.

Con una buena cantidad de calor, las condiciones agroclimáticas pueden ser cambiadas radicalmente por medio de la irrigación y <sup>de</sup> cultivos mejorados.

Los métodos indirectos de superamiento de las condiciones agrícolas consiste en asegurar una alta productividad de la agricultura por medio de una óptima adaptación al régimen climático. Para alcanzar esto, deben seleccionarse variedades apropiadas de cultivos y se deben determinar el tiempo y métodos más adecuados para el trabajo agrícola (trabajo de suelo, siembra, cuidado de las plantas, cosecha) de acuerdo con el curso anual de las condiciones climáticas. Los métodos indirectos también incluyen la selección de las condiciones meso y micro climáticas más favorables (Davitaya, 1969)

Prognosis Agroclimática:

Es bien conocido que la elaboración de diagnósticos exactos para la ciencia es de grandes dificultades. Realizar pronósticos es aún más difícil. La meteorología es una de las pocas ciencias que se ha enfrentado al problema. Sin embargo, tomando en cuenta la extraordinaria complejidad del problema, los pronósticos no siempre son reales siendo los de carácter hidrológicos

más confiables. El pronóstico agrometeorológico es circunstancial. Algunos suponen que el pronóstico agrometeorológico es mera interpretación del pronóstico del tiempo lo que es absolutamente incorrecto. El futuro estado de las plantas no sólo depende del tiempo, sino también del estado presente de las mismas y de las condiciones ecológicas previas. El futuro de las plantas está prefijado por las reservas de humedad y calor pero experimentan variaciones durante el período venidero.

Conociendo las reservas de humedad en el suelo en el momento de la siembra los cultivos tempranos de primavera y calculando la acumulación normal de calor y precipitaciones y la pérdida de humedad del suelo durante el período de crecimiento, puede predecirse con una alta probabilidad, las condiciones de desarrollo de los cultivos y la posible producción asegurando el éxito de la siembra. De este modo, el tiempo de la siembra y la extensión superficial de los cultivos de primavera tempranos y tardíos pueden ser ajustados de larga serie. El pronóstico alcanza mayor éxito aunque en él se excluyen los valores críticos de corte tiempo de algunos elementos meteorológicos, tales como el granizo, las heladas, etc. Realizar pronósticos en cultivos con un largo período vegetativo es más complicado aunque recientes investigaciones han demostrado que las regularidades temporales de las condiciones agrometeorológicas lo permitan también.

La naturaleza de relación del período vegetativo presenta diferencias. En la primavera atrasada o tardía se presenta una suma superior de temperaturas durante los primeros meses, pero inferior para la totalidad de la estación del período vegetativo. El comienzo de la primavera está determinado en gran parte por factores de circulación atmosférica. Cuando la primavera llega atrasada el flujo de energía es superior debido a ~~la mayor~~ mayor altitud del sol y que los días son más largos durante los primeros meses. La relativa gran utilidad de calor del comienzo de la primavera tardía es utilizada en un impetuoso resurgimiento de la naturaleza y un rápido desarrollo vegetacional. Este fenómeno fue notado tiempo atrás pero aún se carece de una explicación satisfactoria.

Las relaciones entre el comienzo de la primavera y la cantidad de calor son constantes y no cambian en el tiempo. Esta no es una relación estática entre los diferentes parámetros <sup>CLIMA</sup> ~~climáticos~~ <sup>climato</sup>-fisiológicos. De la estabilidad establecida para la anterior relación, es posible dar con mesura de anterioridad un pronóstico suficientemente real de las temperaturas acumuladas en el comienzo de la primavera y para el año corrido.

Es bien conocido que en el presente nivel de agrotecnia, la producción está determinada por el abastecimiento de humedad y calor. En las regiones donde las precipitaciones son óptimas o donde se emplea el riego, la producción está determinada solamente por la cantidad de calor. Consecuentemente en estas regiones las expectativas de cosecha pueden ser calculadas antes de la siembra anual de las plantas y también hacer lo mismo con el despertar de la primavera de las plantas perennes.

La evaporación, como es sabido, depende de la cantidad de calor disponible, ella determina las tasas de irrigación en las zonas áridas. Estas tasas varían de año en año, más que la variación experimental para zonas vecinas en un mismo año. Las investigaciones han demostrado que el método de predicción de las temperaturas acumuladas puede ser usado para el cálculo de las normas de irrigación para las estaciones futuras. Una ligera computación de las tasas de irrigación es importante no sólo para asegurar el uso suficiente del agua, sino también para prevenir la salinización secundaria de los suelos, el gran peligro de las regiones irrigadas de las zonas áridas.

Los estudios de Agroclimatología y Xitofenología, como disciplinas propiamente tal, se inician en 1973 en el Departamento de Geografía de la Universidad de Chile de Valparaíso. No es una línea de nacimiento espontáneo, sino que es la resultante de todo proceso de los estudios en climatología en nuestro país. Pionero de la Agroclimatología es Don Elías Almeyda Arroyo, padre de la Climatología Científica chilena. El continuador y la figura más destacada en los últimos 10 años es el investigador ~~Don~~ Rodrigo Antonioletti.'.,

Desde 1969, el grupo de trabajo en Climatología, que dirige el Dr. Orlando Peña, ha estado participando de las discusiones que reorientan los estudios del Clima, fundamentalmente en la consideración de ésta como un recurso natural renovable (Davitaya, 1969).

De acuerdo a la concepción mencionada del estudio del clima, han aparecido publicaciones y trabajos aplicados a regiones específicas destinadas a entregar las bases teóricas y aplicadas para aquellos interesados en los problemas de la climatología que laboran en el campo de la Geografía chilena.

En Diciembre de 1973 en el Departamento, con la finalidad de motivar la discusión en torno a generar perspectivas para el estudio de una climatología de aplicación al campo agrícola, <sup>aparece</sup> ~~un informe mecanografiado~~ (Mercado, 1973) que someramente plantea los objetivos que tiene la Agroclimatología, pasa revista a su estado actual en nuestro país y en el Departamento, llama a participar en la instalación de una estación y campo experimental agroclimático y concluye con dos proyectos:

- a) Regionalización Agroclimática de las provincias de Valparaíso y Aconcagua (se prefirió considerar en ese instante la división administrativa sólo para facilitar la planificación agrícola y su posibilidad de puesta en marcha) y
- b) Las incidencias térmicas en el crecimiento y desarrollo de los cultivos hortícolas.

El documento mencionado se complementa con un informe mimeografiado, aparecido al año siguiente (Mercado, 1974). Este último da una visión del desarrollo de los estudios climáticos entre los años 1969 y 1973 y plantea sus perspectivas. En una de sus partes señala: "El promisorio desarrollo de los estudios climáticos en el Departamento de Geografía de la Universidad de Chile de Valparaíso, se ha debido a un conjunto de factores favorables que han permitido alcanzar algunas metas exitosas en un breve lapso,

considerando que la existencia del Departamento aún no alcanza el quinquenio de vida". "Desde 1969 se comienza a formar un equipo de trabajo, dirigido por el Dr. Peña con destacados geógrafos que elaboran toda una línea de investigación hacia los estudios climáticos regionales, ellos son: El Dr, Hans Schneider-Singer, Rodrigo Antónioletti Ruiz y Herman Zepeda Flores y otros" Más adelante agregaba: "De los éxitos es responsable -en gran medida- el Dr, Peña, investigador acucioso con gran visión en el campo de la Climatología.", continúa el documento indicando más de una quincena de publicaciones realizadas por el equipo en el lapso de 1969 a 1973 y entregaba finalmente las actuales tendencias de los estudios climáticos reafirmando las investigaciones agroclimáticas o introduciendo las investigaciones en Fenología.

Los referidos documentos ponen de manifiesto al inicio de los estudios agroclimáticos, pero el marco conceptual que le da su génesis y permite su despegue está fundamentado en la ya indicada consideración del clima como un recurso natural renovable.

*Los nuevos tendencias en el estudio del clima - dicen Peña y Antonioletti (1972) tienen sus antecedentes en* El desarrollo en nuestro país de la Geografía y la creciente vinculación de los problemas del espacio con las tareas del planeamiento económico. El primer hecho coincide en que una parte de los cuadros científicos en climatología se ha formado en esa disciplina y el segundo en que las necesidades de desarrollo del país plantean un requerimiento de información analítica y sintética para la programación regional y sectorial".

En ese contexto -Continúa Peña y Antonioletti- se inserta una nueva concepción del Clima, derivada de la profundización del compromiso del Geógrafo con la comunidad a que sirve: el clima se incorpora a la categoría de recurso natural, al mismo título que las aguas, las formas de relieve, los suelos, etc." Esta importante consideración del clima lo hace por lo tanto utilizable y por consiguiente explotable. Su utilización y explotación deberá partir principalmente de una prospección, de un inventario y luego continuar con una evaluación del Clima. Pero aún más. su utilización y explotación puede ser llevada a efecto por las más

variadas actividades humanas -Ej. medicina, sanidad, actividades acuáticas y de riego, de comunicación, defensa, construcción y demás ramas de la industria, además de las distintas ramas agrícolas, como la agricultura, horticultura, y silvicultura, etc. etc.-

La rica potencialidad climática de nuestro país, nos permite discriminar de otras variables. Antonioletti (1970) al respecto dice: " Surge así la necesidad de realizar un inventario de los recursos climáticos, concediendo primera prioridad al territorio comprendido entre las provincias de Aconcagua y Llanquihue ambas inclusive, ya que allí es donde se desarrolla la mayor parte de la actividad económica y se concentra la más alta proporción de habitantes del país".

A los aspectos examinados podemos agregar que junto con tener el país una riqueza climática tiene una agricultura que reclama un mejor conocimiento de las condiciones meso y microclimáticas.

Estas concepciones y apremios definieron los estudios agroclimáticos del Departamento y determinaron sus objetivos y especificaron los lugares que centrarían su atención y quehacer.

Para el Departamento de Geografía constituye un desafío realizar un estudio agroclimático a un nivel de meso y microescala con miras a participar para una planificación regional. La cantidad de estaciones meteorológicas convencionales no es la suficiente y su distribución espacial no es la más adecuada y debe agregarse que sólo una parte del total de ellas ofrezca la posibilidad de trabajarlas debido a que cuenta con información de 10 a 30 años lo que le da alguna representatividad a sus valores. Las llamadas aquí meteorológicas convencionales son para diferenciarlas de las llamadas agrometeorológicas que exigen una cantidad de instrumentos que sirven de apoyo al estudio del clima en relación con las plantas.

En las condiciones actuales de la información meteorológica hace posible los estudios agroclimáticos en cartas representativas de una escala de 1:250.000, con algunas dificultades. Se

piensa que para una etapa de prospección inicial es necesario una generalización agroclimática aproximada del territorio en estudio.

El territorio que se ha propuesto para realizar estudios agroclimáticos comprende la zona ubicada entre los 32° Lat. S. y los 34° Lat. S. y desde los márgenes costeros a los primeros faldeos de la Cordillera Andina; y las líneas generales que orientan los estudios e investigaciones agroclimáticas son las siguientes:

a) Prospección climática en relación con los cultivos agrícolas existentes. (Este inventario agroclimático deberá llevar a una evaluación para determinar zonificaciones que permitan establecer la validez de las actuales especializaciones territoriales agrícolas, en una primera fase y culminar con una zonización agroclimática futura que favorezca el incremento de la producción, por una parte y por otra permita la planificación económica agrícola.

b) Estudio de las condiciones desfavorables del clima en relación con los cultivos agrícolas.

c) Estudio de las influencias de los elementos del clima por separado en relación con los cultivos agrícolas

d) Simultáneamente los estudios agroclimáticos siguen las observaciones fitofenológicas.

El problema presentado para efectuar estudios agroclimáticos a las escalas mencionadas se ha resuelto impulsando y dando prioridad en los estudios fitofenológicos, en el Departamento, considerando que la Fenología es la que puede entregar -y especialmente a través de la fitofenología - los antecedentes necesarios para realizar estudios climáticos de mayor precisión a meso y microescala.

#### FENOLOGIA:

Qué es fenología? Caprio (1970) la define como la ciencia relacionada a los fenómenos biológicos y su relación

con los cambios climáticos estacionales. La Fenología representa una mezcla de meteorología y biología, cada una contribuyendo e interactuando con la otra." Molga (1962) dice: "Los cambios periódicos y aperiódicos que ocurren constantemente en biotipos causan fenómenos característicos en la naturaleza animada que forman el objeto de las observaciones fenológicas". Newman y Beard (1962) <sup>la</sup> define por su parte "como la ciencia de las relaciones entre el clima y los fenómenos biológicos periódicos, tales como migraciones estacionales de animales o floración y formación de frutos vegetales. En sentido aplicado es el estudio de las relaciones entre varios factores físicos del ambiente y los cambios estacionales del crecimiento y desarrollo durante los ciclos de vida de plantas y animales."

¿Cuál es la relación con la Agroclimatología? Para Molga (1962) "El significado de las investigaciones fenológicas para la Agroclimatología radican en el hecho de que ellas constituyen un método sintético de investigación del habitat vegetal.." Agrega " Las observaciones fenológicas son de considerable importancia en Agrometeorología y constituyen un valioso suplemento a las observaciones microclimáticas. Los estudios y análisis comparativos de diferentes microclimas encuentran graves desventajas en la selección de métodos apropiados de observación microclimática. En fenología, las plantas son usadas como instrumentos altamente precisos y sensitivos que pueden denominarse climatómetros, o aún mejor ambientómetros, usados en estaciones meteorológicas."

Bacsó (1969) explica que la agroclimatología "no puede prescindir de la utilización de las series de datos sistematizados por la fitofenología, encargada de observar la naturaleza del desarrollo de la vida vegetal, y por la zoofenología que observa el desarrollo de la vida animal. Estas series se complementan con los datos imprescindibles y de igual importancia de aquellas series completas que caracterizan cada uno de los

elementos del tiempo, y que se obtienen como resultado de largos períodos de observación meteorológica. La Fenología, agrega Bacsó tiene como objetivo primario "averiguar las fechas de inicio y término de algunas importantes fases de desarrollo y registrarlos en orden cronológico y, en lo posible, en relación con muchos lugares y durante varios años o varias décadas". Se completa lo dicho por Bacsó, expresando que al conocimiento más exacto del clima de un lugar mediante las investigaciones fenológicas, será posible con la mayor cantidad de fases observadas en una planta y en un número elevado de ellas.

En el Departamento de Geografía se han ido creando bases de apoyo para los estudios fenológicos y en una primera instancia para las observaciones fitofenológicas. En el presente año deberá quedar instalada en el Parque Nacional "La Campana" una estación meteorológica -con una doble finalidad, servir de apoyo a un proyecto de investigación de recursos naturales, y como segundo y más específico establecer relaciones entre las fases de la flora natural del Parque y su clima- por esta vía se pretende encontrar una metodología de observación comparativa de carácter fitofenológico.

Se busca de igual manera en forma experimental aquellas especies tanto silvestre como cultivadas que faciliten su (~~desarrollo~~) control, tanto por su amplia distribución espacial, que son de fácil identificación y que cuenten con algún evento o fase lo suficientemente intenso que su detección de inicio y término sea visible aún para el lego. Central motivo se inició el 74. un Seminario Tesis, sus resultados, que parecían satisfactorios, serán entregados al final del presente año.

Una de las especies que viene siguiéndose es el Aromo -que a pesar de ser una especie introducida, los primeros resultados les son favorables. Por contactos con la Escuela de Agronomía de Chillán también se controla en dicho sector, la mencionada planta.

Hay interés en sectores universitarios por llevar control de observaciones fenológicas, buen indicio de ello es que el presente año el Departamento de Biología de la Facultad de Matemáticas y Ciencias Naturales de Valparaíso inició este tipo de trabajo. Igual interés ha demostrado la Universidad del Norte, su Departamento de Geografía está dispuesto a participar en esta investigación.

Para los inicios del próximo año se espera constar con el listado de especies y las fases probables de controlar; para ello se trabaja en revisión bibliográfica. Se prepara de igual manera para los meses de Marzo-Abril un curso breve, para observadores voluntarios, orientado hacia estudiantes de las carreras en las cuales el Departamento tiene ingerencias. Para 1977 se pretende salir de los marcos universitarios e interesar a la comunidad regional en estas actividades. Se piensa que en 1978 se podría crear a nivel del Departamento un sistema de Servicio de Observaciones Voluntarias Regionales con el propósito de ligar-los a instituciones centralizadas nacionales.

La urgencia de acelerar los estudios fitofenológicos en el Departamento, es que sus resultados no tienen validez climática, sino a través de un tiempo prolongado. Es necesario recordar que los estudios del clima exigen información de base de un período medio de 30 años, igual exigencia hay para los registros fitofenológicos.

Se pretende acentuar los esfuerzos de esta línea de investigación y se tiene confianza que sus logros serán productivos se espera de igual manera que las conclusiones y buenos propósitos de las Primeras Jornadas Agrometeorológicas efectuadas en Santiago sean llevadas felizmente a cabo para lograr encauzar en forma común los esfuerzos que en el plano de la fenología realizan personas e instituciones de la comunidad nacional.

B I B L I O G R A F I A .

- ALMEYDA, Elías. "Pluviometría de las zonas del desierto y las estepas cálidas de Chile" E. Universitaria, Santiago, Chile, s.f.
- ANTONIOLETTI, Rodrigo. "El clima como recurso natural inventariable" Boletín de la U.de Chile, Santiago, Chile, (105: 17-20, 1970.
- "Algunas características de los recursos climáticos de la Región de Cautín. Departamento de Geografía, U. de Chile, Santiago, Chile, 1970 (Tesis)
- BACSO, Néstor. "Introducción a la Agrometeorología" Ed. Instituto Nacional del Libro. La Habana, 1969
- BARAHONA, J. y R. Novoa. "Principios de Fenología" Ed. Comité de Agrometeorología, Santiago, Chile, 1972 (Artículo)
- CAPRIO, J.M. y otros. "Montana Agriculture Experimental Station" Circular 250, 19 p. Montana State University. Sep. 1970.
- DAVETAYA, F.F. "Lekcyi por cielakajazisistebannoi Meteorologii" Cuidrometeorologuicheskcie izlatelstva, Leningrad, 1966
- "Agroclimatic studies in the U.S.R.R" Reprinted from Bulletin of the American Meteorological Society, Vol. 50 N°2. February, 1969. pp. 67-74. U.S.A.
- MERCADO, Gustavo. "Perspectivas de los estudios Agroclimáticos en el Departamento de Geografía de la Universidad de Chile de Valparaíso. Documento mimeografiado, Valparaíso, 1973
- "Desarrollo de los estudios climáticos en el Departamento de Geografía de la Universidad de Chile de Valparaíso. Documento mimeografiado, Valparaíso, 1974.
- MOLGA, Néx "Agricultural Meteorology" Part II. Outline of Agrometeorological problems. Published for the National Science Foundation and Department of Agriculture. Warszawa 1962.
- /.

NEWMAN, J. y J. Breand. "Phenological observations: the dependent variable in bioclimatic and agrometeorological studies". Agronomy Journal 54(5) 1962: 399-403.

(según traducción de Adriano Rovira Pinto)

PERA, O. y R. Antonioletti. "Bases para el enfoque y la evaluación del clima" Valparaíso, Rev. de Estudios Latinoamericanos (1): 25-42, 1972.

SCHULGUIN, A. "Metodika cielskajaziniste bennoi Ozenki climata" Izdatelstba Maskobskova Universitiet. Maskova, 1966

----- "Agrometeorologia Kurs Lokoyi. Isdatelstba Maskobskaya Universitiet, Maskova. 1961.

A G R A D E C I M I E N T O S

Agradezco muy sinceramente a los colegas que con sus consejos y críticas han colaborado a la definición de la línea demtrabajo en los estudios fitofenológicos -especialmente a aquellos con los cuales discutimos periódicamente sobre los problemas de la Geografía: el Dr. Orlando Peña, Herman Zepeda, Hugo Romero, Marta Henríquez y Jorge Ortíz.

Agradezco de igual manera la colaboración permanente de Adriano Rovira, como así mismo el consejo oportuno y el aliento por las investigaciones fenológicas que he recibido de los ingenieros agrónomos Sr. Víctor Fuentes de la Universidad de Concepción, Jorge Barahona, del SAG y del Botánico de Nuestra Facultad Sr. Aldo Mesa.

VALPARAISO, Octubre de 1975.

