

# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

---

FACULTAD DE AGRICULTURA



ESCUELA DE AGRICULTURA  
BIBLIOTECA

Las Horas Frío en la Proyección Frutícola de la Región  
de los Altos de Jalisco

## TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO  
P R E S E N T A :

EDUARDO ARAGON OCHOA

GUADALAJARA, JAL., 1986



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Facultad de Agricultura

Abril 17, 1986.

Expediente .....

Número .....

C. PROFESORES

ING. JUAN CALDERON HERNANDEZ. DIRECTOR.

ING. CARLOS HANDEL OUBAN MARTINEZ. ASESOR.

ING. JOSE MA. CHAVEZ ANAYA. ASESOR.

Con toda atención me permito hacer de su conocimiento, que habiendo sido aprobado el Tema de Tesis:

**"LAS HORAS FRIO EN LA PROYECCION FRUTICOLA DE LA REGION DE LOS ALTOS DE JALISCO."**

presentado por el PASANTE EDUARDO ARAGON OCHOA han sido ustedes designados Director y Asesores respectivamente para el desarrollo de la misma.

Ruego a ustedes se sirvan hacer del conocimiento de esta Dirección su Dictamen en la revisión de la mencionada Tesis. Entre tanto me es grato reiterarles las seguridades de mi atenta y distinguida consideración.

"PIENSA Y TRABAJA"  
EL SECRETARIO.

ING. JOSE ANTONIO SANDEVAL MADRIGAL.

Al contestar este oficio sírvase citar fecha y número



**UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA**

Facultad de Agricultura

Expediente .....

Número .....

Abril 17, 1986.

ING. ANDRES RODRIGUEZ GARCIA  
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE AGRICULTURA  
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA  
PRESENTE.

Habiendo sido revisada la Tesis del PASANTE -----

EDUARDO ARAGON OCHOA titulada,

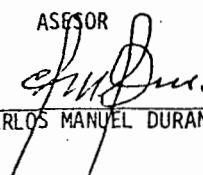
"LAS HORAS FRIO EN LA PROYECCION FRUTICOLA DE LA REGION DE LOS AL-  
TOS DE JALISCO."

Damos nuestra aprobación para la impresión de la -  
misma.


DIRECTOR.

  
\_\_\_\_\_  
ING. JUAN CALDERON HERNANDEZ

ASESOR

  
\_\_\_\_\_  
ING. CARLOS MANUEL DURAN MARTINEZ

ASESOR

  
\_\_\_\_\_  
ING. JOSE MA. CHAVEZ ANAYA

hlg.

Al contestar este oficio sírvase citar fecha y número

## DEDICATORIAS

En forma muy especial:

A MI MADRE: Illiana Ochoa de Aragón, por sus loables consejos, por su apoyo que me brindó en todo momento, por la fe que me tuvo para lograr esta meta.

A MI PADRE: Guillermo Aragón Cordoba, por su incondicional apoyo para formarme y que con sus muy acertados consejos supo guiarme por el camino correcto.

A MIS HERMANOS: Guillermo, Ileana y Sandra que con su estímulo y apoyo me motivaron para alcanzar esta meta.



ESCUELA DE AGRICULTURA  
BIBLIOTECA

Mi Agradecimiento:

A la Facultad de Agricultura donde me formé como profesionalista.

A mis maestros por su paciencia, apoyo, dedicación y amistad que me brindaron en el transcurso de mi carrera.

Al Ing. Alejandro Landeros Ochoa por el apoyo que me brindó para trabajar en la Comisión Nacional de Fruticultura.

A la Srta. Angélica Sotelo Díaz por su colaboración en la transcripción de esta tesis.

A todas aquellas personas que de alguna manera cooperaron para la elaboración de esta tesis,

A mi Director de Tesis y Asesores:

Ing. Juan Calderón Hernández,

Ing. Carlos Manuel Duran Martínez.

Ing. José Ma. Chavez Anaya.

por sus atinadas sugerencias, sus conocimientos y consejos en la elaboración de mi tesis.

C O N T E N I D O

	Pagina
I. Introducción,	1
II. Antecedentes y Objetivos.	6
III. Metodología.	8
IV. Descripción de la zona de estudio,	9
V. Analisis de temperaturas en los Altos de Ja lisco.	11
5.1. Isotermas anuales,	11
5.2. Temperatura media de los meses más fríos.	13
5.3. Oscilación mensual de temperatura.	14
5.4. Marcha anual de la temperatura.	14
5.5. Promedio anual de temperatura mínima	15
5.6. Promedio anual de temperatura máxima.	16
5.7. Horas frío.	18
5.7.1. El valor del concepto hora frío	25
5.7.2. Las unidades frío.	28
5.7.3. Influencia del patrón en las ne cesidades de frío	33

5.7.4. Medida y cuantificación de las horas frfo.	37
5.7.4.1. Método de Da Mota.	45
5.7.4.2. Método de Sharpe.	48
5.7.4.3. Método de Weinberger.	50
VI Conclusiones.	61
Bibliografía.	70

## I. INTRODUCCION

Desde la más remota antigüedad, el hombre a tenido como fuente de alimentos a los árboles de frutales, seleccionando para su cultivo aquellos que eran buenos productores de fruta, iniciando así una selección genética. Las familias empezaron a tener su huerto familiar para el consumo de fruta fresca; y fue así como poco a poco fueron incrementando la superficie de frutales, con lo cual ya cubrían sus necesidades de consumo en el interior de la familia, y con los excedentes de la producción se inició la industrialización a nivel doméstico preparando jaleas, mermeladas, etc., que se conservaban por algún tiempo. Con el paso del tiempo se fueron mejorando los medios de transporte, mismos que permitieron llevar fruta fresca a otras distantes regiones, y a su vez esto creó la necesidad de incrementar las superficies frutícolas, surgiendo así los huertos comerciales con los cuales se tendría satisfecha la demanda de fruta cada vez más grande.

Así es como el productor fue observando que el cultivo de los frutales requería de muy diversas condiciones, y que, si no eran debidamente satisfechas, afectaban directamente a la producción. Con esto nació la inquietud de realizar investigaciones encaminadas a dar solución a los problemas de carácter frutícola e implicó la reunión de técnicos y científicos, para



analizar diversos factores ambientales como son: clima, suelo y su manejo; aspectos genéticos, fisiológicos, botánicos, etc. protección sanitaria, para así dar a luz a lo que hoy conocemos como fruticultura tecnificada.

En México, al igual que en muchos otros países, la fruticultura no se consideró muy importante, sino hasta mediados del presente siglo, lo que freno su adecuado desarrollo, sin embargo algunas especies han sido muy cultivadas desde antaño como son cítricos, mango, plátano, piña y aguacate; pero muchas otras especies para las que posiblemente nuestro país cuente con las condiciones ecológicas apropiadas han sido vagamente atendidas y poco estudiadas.

En 1974 la CONAFRUT mencionó lo siguiente: "México cuenta con casi 200 millones de hectáreas de superficie territorial, de las cuales solo se han venido cosechando en los últimos 12 años, un promedio de 15 millones de hectáreas por año. Hasta 1972 únicamente 590,318 hectáreas estaban dedicadas a la producción de 32 especies de frutales, esta área resulta muy pequeña (3.9%) si se le compara con el área agrícola total. Las cifras anteriores denotan que la superficie frutícola es relativamente pequeña en el país, pese a lo cual ocupa el 16° lugar mundial por volumen de producción, en el cual tienen los primeros lugares Italia y Francia. Para el año de 1972, el valor obtenido en esta actividad, fue de 6,000 millones de pesos

que representaron más del 2% del producto interno bruto nacional y casi el 20% del total producido por el sector primario".

De la misma manera en 1975 dicha Comisión señalaba que, la economía del país, hasta hace algunos años, estaba fuertemente -- apoyada en la actividad agrícola, pero a partir de 1960 el -- aporte de la producción al producto nacional bruto se ha visto seriamente disminuido. Entre las posibles causas de esta disminución menciona el gran impulso dado al sector industrial que, consecuentemente, absorbió gran parte de la fuerza de trabajo que ya no se dedicaría a la agricultura. Por otra parte, este sector industrial tendió a establecerse en zonas geográficamente importantes, tales como: la zona Centro, la zona del Golfo y algunas partes del Norte de México, marcándose así fuertes -- desequilibrios en las condiciones económicas de la población: -- una minoría de ésta con buenas condiciones y la gran mayoría -- con un bajo nivel de vida.

Calderón A. (1977), señala que la fruticultura es importante -- en la economía del campesino, y es una ideal fuente de trabajo que coadyuva a disminuir la emigración pues los huertos requieren cuidados permanentes y mucha mano de obra todo el año, lo cual contribuye al arraigo del campesino a las zonas rurales.

La CONAFRUT (1974) indica además lo siguiente: la población -- ocupada en tareas frutícolas durante 1960 se estimó en 472,924

hombres, en tanto que, para 1972, ésta se había incrementado notablemente y eran ya 989,294 los dedicados a ésta actividad. La misma fuente (1975) considera que el arraigo del campesino a sus tierras está plenamente justificado dado que el cultivo y la explotación de frutales proporciona utilidades promedio hasta siete u ocho veces mayores que las que se obtienen con los cultivos anuales; así por ejemplo, el promedio logrado con cultivos no frutícolas en 1971 fue de \$ 1,871 por hectárea, en tanto que el de frutales fue de \$ 13,378, manifestándose así la alta rentabilidad de estos productos.

La misma Institución continúa diciendo que, la fruticultura aporta beneficios económicos notables en la exportación de frutas frescas e industrializadas; dentro de estos últimos es interesante mencionar los jugos y aceites esenciales de naranja y limón, los vinos y pasas de uva, el jugo de manzana, las frutas cristalizadas, y los ates de guayaba y membrillo que han dejado altas divisas a México.

El consumo de la fruta en la dieta alimenticia se ha incrementado notablemente enriqueciéndola principalmente en vitaminas y minerales. En consecuencia, la demanda y los precios se han incrementado paulatinamente, debido a que la producción no es acorde a las necesidades de consumo.

La respuesta del productor a la gran demanda ha sido estable -

cer huertos, los que no siempre han tenido la mejor planeación científica y técnica y se enfrentan a fuertes limitantes tanto ecológicas como socioeconómicas que les impiden lograr una alta producción.

Los efectos del establecimiento y manejo inadecuado de un huerto, se dejan sentir a corto, mediano y largo plazo, pues por ser los frutales, árboles de una gran longevidad, cuyas primeras producciones se tienen después de 3 años aproximadamente, si el establecimiento no fue apropiado, los rendimientos no lograrán normalizarse a lo largo de toda su existencia, la cual, Calderón A. (1977) señala, puede ser en ocasiones excepcionales hasta de varios cientos de años; el manzano y el peral por ejemplo, permanecen en estado productivo más de medio siglo, en tanto que el nogal, aguacate, olivo y mango pueden sobrepasar el siglo o extender su vida durante varios de ellos.

Asimismo, si la elección de las variedades no es la adecuada se tendrán permanentes fracasos de la producción en el huerto.

De lo antes expuesto podemos deducir que la fruticultura no debe quedar sujeta a problemas físico-agrícolas que repercutan directamente en la producción; como tampoco a problemas de comercio e industrialización; requiere de una investigación seria y concreta que permita la planeación y el mejor establecimiento de los huertos.

## II. ANTECEDENTES Y OBJETIVOS

El cultivo de los árboles frutales ha adquirido un gran impulso en todo México, y este mismo se deja sentir en la región Occidente del país, y dentro de ésta, Jalisco demuestra capacidad para dar auge a este renglón económico.

Desde 1983, en que se me presentó la oportunidad de trabajar en la Delegación Estatal Frutícola de Jalisco (CONAFRUT-SARH) he visto que hay una gran cantidad de campesinos entusiastas, que han establecido plantaciones de árboles frutales caducifolios sin conocer lo suficiente de climatología y mucho menos de las necesidades de reposo en los mismos; y son pocos los que han sido afortunados en establecer sus huertos con cierto éxito, debido a que recibieron asesoría técnica por parte de particulares o de alguna Institución Oficial.

La fruticultura no debe verse solamente como la producción de frutas, debe contemplarse como una disciplina integrada por la producción, la comercialización y la industrialización; además el conocimiento del clima, aunque es indispensable, no es el único que incide en el proceso productivo agrícola, sino que es uno de los varios elementos que deben manejarse para lograr una mejor proyección frutícola, y ésta debe realizarse con la ayuda de muchos otros estudios como son: suelos, prácticas fitotécnicas, estudios de mercados; créditos oportu

nos, etc., lo que hará que se alcance un considerable aumento en la producción y en la autosuficiencia alimentaria y esto redundará directamente en un mejor nivel de vida para los mexicanos.

Por lo anteriormente expuesto, mediante este estudio se pretende alcanzar los objetivos siguientes:

- a) Realizar una colección específica de las temperaturas que permita conocer y cuantificar las horas frío, mismas que coadyuvan en el desarrollo de los frutales caducifolios para la región de los Altos de Jalisco.
  
- b) Sugerir una regionalización con variedades frutícolas que podrían adaptarse a las particulares condiciones de horas-frío del medio.

### III. METODOLOGIA

Para llevar a cabo éste estudio se ubicó geográficamente la zona y las estaciones metereológicas que en la región han funcionado, algunas por periodos mínimos de 7 años y otras hasta por más de 30. Los datos fueron proporcionados por el archivo de la Dirección de Geografía y Meteorología de la Secretaría de Agricultura y Ganadería, y Plan Lerma Departamento de Meteorología.

Después de colectadas las temperaturas, se empleo el método del Dr. John H. Weinberger para determinar las horas frío en cada una de ellas.

#### IV. DESCRIPCION DE LA ZONA DE ESTUDIO.

El Estado de Jalisco está situado en el Occidente de la región central de la Altiplanicie Mexicana y tiene una extensión de 80,137 km. Presenta en general una fisiografía muy accidentada; esto le proporciona características muy especiales en cuanto a la diversidad climática que presenta, así como también a la variada vegetación natural con que cuenta.

A la entidad, normalmente se le divide en las cinco regiones siguientes:

Región Norte, Región Sur, Región de los Altos, Región de la Costa y Región Centro.

Las principales características de la Región de los Altos son las siguientes:

Se encuentra limitada al oeste por el cañón del río Belén o río Verde ( a la latitud del paralelo 21° ) y por la sierra de Nochistlán ( en Zacatecas ); al este por la sierra de Comanja, el bajo Guanajuatense y la sierra de Pénjamo; al norte por una parte de las sierras de Zacatecas ( sierra del Laurel ) y el Valle de Aguascalientes; y al sur por el lago de Chapala y el río Lerama-Santiago.

En esta amplia zona la altitud descende desde los 2,800 m. -



en la zona de Ojuelos hasta aproximadamente 1,520 metros en el lago de Chapala.

En la parte central se encuentran las sierras de Arandas y Tepatitlán que, junto con la sierra de Pénjamo, forman la llamada sierra de los Altos.

El drenaje principal en ésta zona lo constituyen afluentes del río Lerma-Santiago, como son: el río Verde ó Belén con sus múltiples afluentes, entre ellos; el San Miguel, Teocaltiche, Agua Caliente y Encarnación; así como otros de menor importancia, entre ellos el Zula o Atotonilco,

Importante para la región es también el lago de Chapala, en donde desemboca el río Lerma y donde se inicia el Santiago para cruzar el Estado hacia el noroeste y pasar a Nayarit.

V. ANALISIS DE TEMPERATURAS EN  
LOS ALTOS DE JALISCO.

5.1. Isotermas anuales.

En función de que la temperatura guarda una estrecha relación con la altitud ( cuadro 1 ), se puede observar que se tienen dos grandes zonas térmicas: la semicálida y la templada.

a) Zona semicálida. Localizada en las áreas cuya altura sobre el nivel del mar está entre 1,500 y 1,900 metros.

Los lugares semicálidos se caracterizan por tener su temperatura media anual comprendida entre 18°C y 22°C. Temperaturas que se registran por ejemplo en La Barca, Villa Obregón y Lagos de Moreno.

Desde el punto de vista agrícola estas condiciones parecen ser apropiadas para el cultivo de caña de azúcar, café, camote y otros (Fersini, 76). Es posible que se adapten a estas condiciones otros cultivos tales como: aguacates de variedades mejoradas, diferentes variedades de cítricos, guayabos y otros perenifolios de menor importancia económica (Calderon-77), así como también caducifolios de bajo requerimiento de

frío.

b) Zona templada. Situada sobre las partes más elevadas de las sierras de Arandas y Tepatitlán, en donde la altitud es mayor de 1,900 metros. Estas condiciones existen en la porción noroeste del Estado, en donde limitan con las sierras de Zacatecas y al noreste con la sierra de Comanja en Guanajuato.

La zona templada tiene temperaturas medias anuales comprendidas entre 12°C y 18°C; temperaturas que se encuentran en San Miguel el Alto, Ojuelos de Jalisco y Cuquío.

En la literatura se registran en general, a los caducifolios como los frutales más adecuados para esta zona térmica. Y así, por ejemplo, en tratados tan clásicos como el de Tamaro (1968), se dice que "La fruticultura y principalmente la de caducifolios, es realizable con probabilidades de éxito, cuando la temperatura media anual se encuentra entre 8.1 y 15.6°C". Al analizar el cuadro 1, en la columna correspondiente, se observa que en los sitios dentro de la zona templada de los Altos, en casos excepcionales las temperaturas medias anuales son del orden de 17.1°C ( en Ojuelos ), pero no tan bajas como los valores enunciados por el autor mencionado, lo que indica que la falta de frío puede ser una limitante para el desarrollo de todos aquellos caducifolios que-

son exigentes en frío.

5.2. Temperatura media de los meses más fríos ( cuadro 1 ).

Generalmente en la zona de estudio, enero es el mes más frío seguido por diciembre; los valores más bajos, son del orden de 12.5°C ( en Ojuelos ) a 13.3°C (en San Miguel el Alto), - en tanto que para el resto del área las temperaturas son superiores a los valores consignados.

En relación con las temperaturas bajas que se presenten durante los meses otoñales, dependerá que el caducifolio llegue en condiciones adecuadas al estado de reposo invernal o de letargo para que al entrar al "desborre" o sea, al reiniciarse la actividad en la planta, se logre una adecuada producción.

Las temperaturas moderadamente bajas durante el otoño son -- las que inducen al endurecimiento o maduración del caducifolio; es decir, que la madera y yemas se tornan rígidas, lo cual las hace resistentes al frío excesivo, en caso de que sea muy severo durante el invierno.

En la región que nos ocupa, las condiciones de temperatura otoñal e invernal no son bajas; por lo que hay falta de frío.

invernal y los caducifolios no tienen el endurecimiento requerido para resistir, en forma adecuada, temperaturas bajas si llegan a presentarse.

Esta es una evidencia que refuerza la idea de que los caducifolios con altos requerimientos de frío no son los frutales más adecuados para esta región.

### 5.3. Oscilación mensual de temperatura.

En la mayor parte de la región de los Altos, la diferencia de temperatura entre los meses fríos y calientes es marcada, con rangos entre 7 y 14°C, considerándose por lo mismo lugares extremos, en tanto que en una porción menor, la diferencia es entre 5 y 7°C y son de poca oscilación, como por ejemplo La Barca, Cuquio y Ocotlán ( El Fuerte ),

El dato de oscilación manejado a niveles diarios es importante en la fruticultura y así la mayoría de los perennifolios no resisten cambios bruscos de temperatura debido a que requieren de poca oscilación; sin embargo hay otros casos, como la naranja de pulpa sangre, que alcanza un gran desarrollo en lugares con marcada oscilación y en consecuencia extremos.

### 5.4. Marcha anual de la temperatura.

En la gran mayoría de estaciones analizadas ( 16 en total )- mayo es el mes más caliente, o sea que su marcha anual de -- temperatura es del tipo ganges; en tanto que en las restan - tes, el más caliente se presenta después del solsticio de ve rano ( 21 de Junio ). Teóricamente debe haber una maduración de frutas adelantada en los lugares con marcha tipo ganges- que podría ser aprovechada para buscar mercados internos don de se distribuyeran los productos.

#### 5.5. Promedio anual de temperatura mínima ( cuadro 1 )

Al analizar las temperaturas más bajas durante el año, se ob serva que en promedio, se alcanzan valores menores en los me ses de diciembre, enero y febrero; en estos tres meses es co mun en toda la región que, durante la noche o en los amanece res, se presenten temperaturas bajo 0°C.

En cuanto al promedio anual de temperaturas mínimas, se tie nen rangos que van desde 5.8°C en Lagos de Moreno, hasta - - 14.4°C en Ocotlán ( El Fuerte ).

Según Calderón ( 1977 ) las temperaturas mínimas pueden afec tar de diferente manera a los arboles frutales, dependiendo de la resistencia particular que presenten a éstas; resisten cia que es tanto de origen genético como determinada por su individual estado o fase de desarrollo. Las bajas temperatu-

ras, aun cuando no lleguen a 0°C, pueden ser perjudiciales para los frutales si se encuentran en crecimiento vegetativo y no han desarrollado ninguna resistencia a ellas. En cambio las temperaturas por abajo de 0°C suelen no perjudicar a los caducifolios si se encuentran en reposo.

Para algunos autores, resistencia o vigor es la capacidad de la planta para sobrevivir a las bajas temperaturas, éste varía mucho con las distintas especies y cultivares de frutas por lo que tal capacidad depende también de la localización geográfica.

De igual forma Juscafresa ( 1978 ), considera que a excepción de las especies de hoja perenne, jamás las bajas temperaturas han perjudicado a ninguna especie de hoja caduca.

#### 5.6. Promedio anual de temperatura máxima ( cuadro 1)

Principalmente en mayo, junio y excepcionalmente en julio se registran las temperaturas máximas más elevadas.

El promedio anual de temperatura máxima oscila, entre 24.8°C en San Diego de Alejandría y 31.6°C en Lagos de Moreno.

Las temperaturas elevadas durante los meses primaverales y

veraniegos son necesarias tanto para caducifolios como para perennifolios; en el caso de los primeros las temperaturas elevadas deben presentarse en forma moderada, cuando la planta ha dejado el letargo y entra nuevamente en crecimiento vegetativo. Para los perennifolios dichas temperaturas deben ser considerablemente más elevadas, no solo en estas estaciones sino durante todo el año, además no deben registrarse cambios bruscos porque les son altamente perjudiciales.

Para varios autores las temperaturas altas de verano están ligadas directamente con la calidad y cantidad del fruto -- (Calderón, 1977). Así por ejemplo el durazno requiere en la etapa de formación y maduración del fruto de un verano caliente; si el cultivar Elbertha se cultiva en zonas con verano cálido, de la floración a la maduración se requieren de 120 a 125 días; si por el contrario, se le tiene en zonas donde el verano es más fresco, esta etapa la realiza en 130 o 140 días; es decir, esta fase se retrasa hasta 10 días. Por esto se considera que la intensidad de calor requerido en verano es específico para cada cultivar y determina si un cultivar puede cultivarse o no en una región dada, ya que si hay falta de calor los estadios vegetativos se retrasan y si hay exceso puede, entre otras cosas, dañarse la estructura femenina de la flor y, al quedar estéril, no hay producción de fruta.



Por otra parte, las temperaturas adecuadas en el verano preparan al árbol para que, al entrar en estado de letargo, - tenga las reservas necesarias y adquiera el endurecimiento normal que le permita terminar satisfactoriamente esta fase fenológica.

#### 5.7. Horas frío ( Cuadro 1 ),

Los frutales caducifolios son propios de las regiones frías y templadas del mundo; en nuestro país se les ha cultivado fundamentalmente en grandes altitudes aún dentro de la zona tropical, donde se registran disminuciones en las temperaturas de invierno debidas principalmente a la señalada altitud pero no a la latitud.

Para este tipo de frutales la presencia de bajas temperaturas invernales es indispensable durante la época de reposo ya que el frío actúa destruyendo en su interior sustancias conocidas genéricamente como inhibidores del crecimiento; - ésta es la razón por la que cada especie y fundamentalmente cada cultivar requiere de un umbral dado de frío.

Para una misma especie pueden existir cultivares muy exigentes en frío y otras que brotan fácilmente en primavera sin haber necesitado de una gran acumulación de temperaturas bajas; posiblemente por esto uno de los retos mayores que se-

tiene en la fruticultura de los caducifolios, es el determinar y cuantificar el frío que se recibe en diferentes zonas dato que es definitivo en la selección de cultivares que garanticen la ubicación correcta de huertos comerciales. La gran mayoría de investigadores en fruticultura hacen alusión a este problema. Tamaro (1968), Nieto (1974), etc.

Calderón (1977), menciona que la temperatura umbral de  $7.2^{\circ}\text{C}$  que en general se considera para medir horas frío no deja de ser una imposición, que posiblemente esté acorde a las realidades ecológicas, particularmente climáticas, de algunas regiones septentrionales del mundo, pero que definitivamente no tiene razón de ser en otras zonas más cálidas y menos en aquellas de latitud subtropical en las que los factores del clima se presentan de manera notablemente diferente.

Este índice artificioso a variado grandemente con los diversos estudios del fenómeno y en los distintos países. Así ha sido considerado también de 7, 6, 8 y hasta de  $10^{\circ}\text{C}$ . Hay suficiente razón para hacerlo, ya que no es posible, ni puede dar nunca un resultado positivo, aislar un factor y estudiarlo en forma separada, para interpretar un fenómeno biológico con exclusividad en su acción única.

En la naturaleza los factores del clima se presentan siempre conjuntamente y actúan y determinan situaciones de esa manera, siendo el resultado debido a la acción de cada uno de ellos y a las interrelaciones que entre los mismos tengan lugar.

De esta manera no resulta práctico ni eficiente dejar de tomar en cuenta en la determinación de un índice de temperatura umbral, para medir horas frío, otros factores aparte del de las temperaturas, ya que ellos pueden influir grandemente en el efecto que éstas reporten en el vegetal.

Así, en sentido racional, debe de ser considerado un límite de temperatura dentro de un marco de referencia que incluya otros aspectos climáticos de interés, como son el fotoperíodo, la intensidad luminosa, la nubosidad, la humedad tanto edáfica como ambiental, las oscilaciones diarias y estacionales de la propia temperatura, e incluso las labores de cultivo que en el huerto se hayan practicado, aspecto que se ha demostrado influye notablemente en el letargo.

Resulta, entonces que para cada distinto medio ecológico de berba precisarse un índice apropiado, acorde a sus condiciones ambientales.

Eso sería lo lógico y racional; aunque posiblemente no muy-

práctico, por el gran trabajo que representa para los técnicos que los debieran elaborar. Este trabajo se vería agrandado al considerar también que las distintas especies y cultivares frutales responden de distinto modo a las condiciones del ambiente, por lo que además de las interrelaciones de los factores ecológicos habría que tomar en cuenta las de éstos con los distintos tipos vegetales. No deja de existir la duda de si es o no correcto usar un solo índice para toda clase de árboles.

Parece ser que lo más práctico para tener valores confiables y apegados a la realidad regional, mediante el uso de un solo índice universal y catálogo de los cultivares, con el mismo, es la formulación para cada región particular de índices de corrección propios, que multiplicados por el dato normal de frío obtenido en el lugar proporcionará un resultado si verdaderamente válido para ser comparado con las necesidades de frío expresadas en tablas de utilización mundial.

El dato final obtenido mediante esta corrección si puede llegar a representar completamente la presencia de frío en el propio lugar ya que en la fijación del índice de corrección se habrán tomado en cuenta todos los factores ambientales que pueden tener ingerencia en el reposo, de tal modo que indica con precisión el efecto que realmente se tiene -

en el vegetal y ello es lo importante.

El factor de corrección difícilmente pudiera ser más alto que la unidad, ya que se estima que el dato de  $7.2^{\circ}\text{C}$  fue obtenido en lugares de condiciones óptimas para el cultivo de árboles frutales de hoja caduca, en donde los inviernos son constantes y presentan características ideales para el rompimiento del reposo.

En cambio frecuentemente, debe ser menor a la unidad, disminuyendo progresivamente conforme en cada región se vayan encontrando mayor cantidad de factores que solos o combinados determinen un menor efecto real en el árbol de las bajas temperaturas que se presenten.

Esta idea de la creación de factores o índices de corrección regional se ha venido planteando después de que se observó en muchas ocasiones que diversos cultivares de árboles frutales con requerimientos de frío, determinados, establecidos en lugares en donde éstos se cumplían, aun en exceso, no respondían satisfactoriamente y se comportaban como si este frío no hubiera sido suficiente, presentando los claros síntomas de deficiencia y grandes irregularidades fisiológicas.

Esto llevó a pensar que el índice de  $7.2^{\circ}\text{C}$  no correspondía-

a la realidad regional, sino a la de otras partes del mundo de condiciones ecológicas muy distintas y que su utilización no era factible de ser generalizada, pudiendo derivarse de ella grandes fracasos, como muchos de los observados.

Se concluyó que no era solamente el frío el factor determinante, sino que fue influenciado por diversas condiciones ambientales, muchas de las cuales le restaban valor. Se vio entonces la necesidad de poder cuantificar los efectos negativos de algunos factores climáticos o ecológicos en general, presentes y de analizarlos separado y conjuntamente para llegar a la obtención de un índice correcto. La determinación de los factores era tarea relativamente fácil, pero su cuantificación muy difícil, ya fuera en forma conjunta o individual.

Los factores ecológicos que se consideran que interfieren son los siguientes:

1. Alta oscilación diaria, diurna-nocturna de la temperatura.
2. Irregularidad estacional en la presencia de bajas temperaturas.
3. Presencia de épocas definidas de gran calor durante el invierno.
4. Gran radiación solar y ausencia de nubosidad.

5. Reducida humedad ambiente y edáfica.
6. Presencia de vientos cálidos.
7. Fotoperiodismo correspondiente a baja latitud.
8. Suelos arenosos de color claro.

El orden en que los factores han sido expuestos corresponde a su importancia en sentido decreciente de interferencia -- con el efecto de las horas frío presentadas, según conclusiones obtenidas por Calderón ( 1977 ).

La calificación o cuantificación de cada una de ellas en -- las regiones de estudio no pudo ser llevada a cabo de manera científica por carencia de medios, de facilidades y de -- tiempo, teniendo que recurrirse, después de la observación de su presencia, de la respuesta de los árboles, de las deducciones y del razonamiento, a realizarlas de acuerdo a -- simple estimación, de manera totalmente empírica, con base principal en las necesidades de frío reportadas por los cul -- tivos, en la presencia del mismo en las zonas y en los -- síntomas de deficiencia que sin embargo presentaron, lo -- cual, desde luego, le resta confiabilidad, quedando el análisis como una simple hipótesis que debe ser confirmada.

Calderón ( 1977 ) continua diciendo que, para la región de Palmar de Bravo, en el Estado de Puebla, estimó un índice -- de corrección de 0.72, siendo de 0.81 para la de Guadalupe-

Victoria, del mismo Estado y de 0.92 para la de Juchitepec, en el Estado de México. Ello quiere decir que la presencia efectiva en estas zonas de 800 horas frío tendría sobre los árboles un efecto equivalente únicamente a 576,648 y 736 horas frío respectivamente.

Para tener buenos resultados en ellas, por lo que se refiere a necesidades de frío, con árboles frutales de hoja caduca, se tendrían que establecer cultivares con requerimientos -- del orden de 500, 600 y 700 horas frío respectivamente.

Por los resultados obtenidos en el ejemplo anterior se aconseja a los fruticultores y técnicos en general, que con base en la observación de la presencia en sus lugares de cultivo de los factores de interferencia antes citados, lleguen a determinar un índice de corrección lógico, aunque sea aproximado; y no utilicen el dato de frío que un termógrafo pudiera registrar ya que invariablemente el efecto sobre -- los árboles será menor que el reportado.

#### 5.7.1. El valor del concepto hora frío.

Al hablar sobre el índice de  $7.2^{\circ}\text{C}$  o menos, fijado para determinar frío invernal, queda implícita la idea de que a -- partir de ese límite y hacia abajo el tiempo transcurrido -- a diversas temperaturas tiene igual efecto, sin importar, -



para la acumulación de frío, a cuanto descende la temperatura. Igualmente parece que queda sobreentendido que arriba de ese índice ningún valor se le puede dar a las temperaturas aunque sean constantes, reiteradas y cercanas al punto-límite. Ello no es cierto, de ningún modo.

Efectivamente, sería absurdo y totalmente fuera de lógica -- que en la naturaleza existiera ese tipo de lineamientos, -- que concedieran valor a ciertas situaciones y de manera tajante, ninguno a otras semejantes. Significaría la inexistencia de criterio, y precisamente la naturaleza se caracteriza por existir en ella un criterio muy amplio, del cual -- tenemos mucho que aprender.

De este modo la primera aseveración que parecía quedar implícita no es cierta, sino que parece ser que entre ciertos límites, existe un valor diferencial entre las temperaturas bajas, siendo mayor éste cuanto más baja la temperatura. -- Sin embargo, dado que las variaciones de valor son relativamente poco significativas y teniendo en cuenta la enorme -- complicación que acarrearía su desglose y cuantificación, -- se estima conveniente que en la práctica se consideren todas las temperaturas abajo del límite como de igual valor -- para contar horas frío.

En sentido contrario existen opiniones de que el mayor valor de las temperaturas es a  $7.2^{\circ}\text{C}$  y que conforme éstas des

cienden su valor se va reduciendo. Esta tesis, Calderón -- ( 1977) la apoya fuertemente, pues considera razonable la existencia de valores diferenciales tanto en un sentido como en otro a partir de un valor máximo.

De la misma manera la segunda idea, que parecía quedar sobrentendida tampoco es verdadera, y en este caso mucho menos. No es posible concebir que una gran acumulación de horas con temperaturas arriba pero cercanas a  $7.2^{\circ}\text{C}$  no tengan ningún valor. Forzosamente tienen que tenerlo.

Una prueba de ello lo constituye el cultivo de frutales de hoja caduca en regiones subtropicales en las cuales la temperatura casi nunca llega a bajar a  $7.2^{\circ}\text{C}$ . Estos árboles -- reciben su dotación anual a frío a temperaturas más elevadas, comportandose relativamente bien y pareciendo que -- responden a índices más elevados, del orden de  $10^{\circ}\text{C}$ .

En ellos el período de reposo se rompe mediante una gran -- acumulación de horas a temperatura superior al índice normal, causando esta gran acumulación un efecto semejante a -- la presencia de una cierta menor cantidad de tiempo a temperaturas abajo de  $7.2^{\circ}\text{C}$ .

Parece ser que entre los frutales caducifolios existen algunos que son susceptibles a aprovechar temperaturas más al --

tas de las fijadas para romper el estado de reposo. Pero -- aún entre los que no poseen esa cualidad las temperaturas - de este tipo les son útiles para lograr la acumulación nece saria de frío, teniendo ellas algún valor y no siendo des - preciable su efecto en el rompimiento de la invernación.

### 5.7.2. Las unidades frío.

El mismo autor continúa diciendo que, de acuerdo a los con ceptos expresados de que las temperaturas más elevadas de - 7.2°C, pero cercanas a ella deben tener algún valor como -- efecto de frío invernal sobre los frutales y de que ese va - lora debe ser diferencial, muy recientemente surgió un nuevo criterio para medir, expresar y calcular los requerimientos de frío: las UNIDADES FRÍO.

Esta nueva idea considera que a determinados rangos de tem - peratura el efecto de cada hora sufrida tiene un valor de - 1 unidad frío, incluyendo dentro de estos rangos a las tem - peraturas comprendidas entre 2.5°C y 9.1°C. Una unidad frío es considerada como la acumulación de frío que tiene lugar - durante una hora en que la temperatura es de 6°C. Sin embar - go se da igual valor a las temperaturas comprendidas entre - los límites citados.

La acumulación de frío entre 2.4°C y 1.5°C se cuantifica a -

razón de 0.5 unidades frío por cada hora. A temperaturas --  
abajo de  $1.4^{\circ}\text{C}$  no se les da ningún valor como efecto de --  
frío invernal.

A las temperaturas comprendidas entre  $9.2^{\circ}\text{C}$  y  $12.4^{\circ}\text{C}$  se les  
da el valor de 0.5 unidades frío por cada hora, siendo de -  
0 el que se otorga cuando la temperatura está entre  $12.5^{\circ}\text{C}$  y  
 $15.9^{\circ}\text{C}$ .

Cada hora en que la temperatura haya estado entre  $16^{\circ}\text{C}$  y -  
 $18^{\circ}\text{C}$  se cuantifica en forma negativa, con el valor de -0.5-  
mientras que se da el valor de -1 unidad frío para la acumu-  
lación total a las horas en que la temperatura se encuentra  
arriba de  $18^{\circ}\text{C}$ .

Estos valores de las diversas temperaturas se expresan con-  
claridad en el cuadro 2.

Este nuevo método y concepto de considerar los requerimien-  
tos de frío y de dar valores diferenciales a las temperatu-  
ras fue ideado por Richardson, et al y dado a conocer muy -  
recientemente en 1974, después de interesantes trabajos de  
investigación inspirados en las ideas que de manera casi -  
simultánea tuvieron diversos estudiosos y científicos del-  
problema del frío invernal.

Calderón (1977) continúa mencionando que fueron Erez y La vee quienes reportaron que la temperatura más eficiente para la acumulación de frío invernal es de 6°C. El dato lo obtuvieron en investigaciones realizadas en condiciones de temperatura controlada. Ellos mismos indicaron que a la temperatura de 10°C el valor para acumulación de frío era aproximadamente de la mitad que a 6°C, y que a temperatura de 21°C, cuando era alternada con bajas temperaturas, se conseguía nulificar el efecto del frío acumulado.

El método fue estudiado para determinar de manera rápida y precisa el momento en que el período de reposo de diversos cultivos de durazno tenía fin y se pudiera estimar la fecha en que ocurriría la plena floración. La determinación de los índices se realizó por estudios de correlación entre las temperaturas registradas en termógrafo y presencia de ácido giberélico en las yemas.

Hubo necesidad de tomar también en cuenta un nuevo concepto HORAS GRADO DE CRECIMIENTO ( HGC ). La cuantificación de las horas grado de crecimiento se realiza sumando las horas en que la temperatura es superior a 4.4°C a partir del momento en que termina el reposo hasta el momento de plena floración.

La conversión de los datos diarios de temperatura, hora por

hora a unidades frío es un trabajo sumamente complicado que ameritaría el uso de una computadora. Así fue realizado el trabajo original, pero para uso ordinario fue ideado un método de conversión más fácil y rápido.

Ese método está basado en el uso de los datos de temperaturas máximas y mínimas diarias a intervalos de 12 horas, con los cuales se hacen curvas, conectándose los puntos con líneas rectas. Cada línea es dividida en 11 segmentos iguales representando la extremidad de cada uno de ellos la temperatura de cada hora.

De acuerdo al modelo de Richardson las unidades frío debencomenzarse a ser cuantificadas desde el otoño, a partir del día en que exista la más elevada contribución negativa, debiendo ser suspendido el registro a finales del invierno, cuando de manera normal las unidades de frío que cada día se obtienen son negativas. A partir de ese momento y desde que se considere terminado el período de reposo puede medirse la cantidad de calor necesaria para determinar la fecha de floración, para lo cual se calcula el número de horas -- grado de crecimiento acumuladas, sumando el total de horas con temperatura mayor a  $4.4^{\circ}\text{C}$ .

Según Richardson, las aplicaciones del concepto de unidades frío, pueden resumirse de la manera que a continuación se -

expresa.

Una vez que el mínimo de unidades frío requeridas para completar el reposo invernal de un cultivar es establecido, y se conocen las temperaturas máximas y mínimas diarias para una región determinada, el momento del fin del reposo puede ser estimado. Con ello un fruticultor o un técnico puede:

1. Determinar si habrá suficiente acumulación de unidades frío que permita hacer prosperar una variedad específica de durazno en una región determinada,

2. Determinar cuándo la acumulación de calor en forma de horas grado de crecimiento llega a ser efectiva para determinar el desarrollo de las yemas.

3. Determinar el momento en que algunas prácticas de cultivo tales como las aspersiones para retrasar la floración, pueden comenzarse.

4. Determinar el momento en que los árboles iniciarán su crecimiento al existir temperaturas favorables y empiecen a perder su resistencia a las bajas temperaturas.

Este nuevo concepto de unidades frío fue estudiado e ideado especialmente para el durazno, pero puede ser utilizado pa-

ra otros árboles frutales, en algunos de cuyos casos será necesario determinar los índices de ponderación del valor de las temperaturas.

Hoy en día este método no es muy empleado, salvo casos aislados de trabajos de investigación, pero debido a una mayor precisión y a un más amplio criterio en la valoración del frío, sobre todo a temperaturas más altas de  $7.2^{\circ}\text{C}$ , se estima que en el futuro tendrá una gran utilización, una vez que se lleven a cabo los estudios necesarios sobre diversas especies y se obtenga un procedimiento fácil que permita la utilización de él en todos los países del mundo a nivel regional.

Mientras tanto se seguirá usando a las horas frío como medida de necesidades y de presencia de frío, con las necesarias modificaciones o correcciones pertinentes en cada caso específico, de acuerdo a las características de presentación de los factores climáticos en cada lugar.

### 5.7.3 Influencia del patrón en las necesidades de frío.

Calderón (1977) considera interesante hacer notar que los requerimientos de frío de los árboles no están exclusivamente dados por el cultivar o parte aérea de ellos, sino que



en la determinación de los mismos influye de manera notable y asombrosa el patrón o portainjerto sobre el cual se encuentran, es decir, la parte subterránea con sus propios requerimientos o con su interacción.

Se ha utilizado en la frase anterior el término asombrosa, y es que él le define bien, ya que a primera vista no es posible correlacionar la influencia del patrón con sus propias necesidades de frío, sobre la parte aérea, dado que el efecto del frío, según se ha dicho es de índole completamente local, de cada yema en particular. Por otra parte, las raíces no poseen yemas, y por lo tanto no deja de ser curiosa la situación de necesidades de frío de órganos que no las poseen.

Puede entenderse que el patrón, al tener una composición genética propia, también tiene definida su situación respecto a necesidades de frío, como si constituyera un individuo y que aunque no posea yemas en su situación exclusiva de sistema radical el desarrollo del mismo se ve influenciado por las temperaturas, acción y consecuencia que es transmitida a la parte aérea, como muchas otras interrelaciones que entre ellos existen.

Parece ser que hay una cierta influencia del patrón sobre las necesidades de frío del cultivar relacionada con el vigor del mismo.

De una manera o de otra, se ha comprobado que los requerimientos de frío del patrón influyen en los propios de la parte aérea, resultando de ello los requerimientos generales del árbol, que vienen a estar representados por el promedio de ambos.

Así los altos requerimientos de frío de un determinado cultivar pueden ser compensados, al ser disminuidos, mediante la utilización de un portainjerto de muy escasas necesidades, con lo cual se hace posible el cultivo de éste en regiones de inviernos benignos.

Esto abre un nuevo campo de investigación de gran importancia y parece ser que de este conocimiento se derivará la técnica de selección de patrones poco exigentes en frío para la injertación de cultivares de gran valor comercial, pero de relativas altas exigencias y su establecimiento en zonas algo marginadas, en las cuales podrán prosperar mejor.

De todas las especies de frutales de hoja caduca existen -- cultivares o tipos que tienen muy bajo valor comercial, pero que muestran poca necesidad de frío invernal. Ellos representan de acuerdo a este concepto, un gran valor para la obtención de patrones, necesarios en regiones poco frías.

El trabajo de los fitomejoradores en el campo de la fruti -

cultura debe ser enfocado de manera importante, en los países de escaso frío, a la obtención de patrones resistentes a los diversos factores desfavorables, que tengan vigor conveniente y además que posean pocas exigencias en frío. Este trabajo es de gran interés para nosotros, relativamente fácil de efectuarse y reportará grandes beneficios. La prueba de la disminución de los requerimientos de frío de los cultivos sobre ellos injertados será definitiva en su consideración de material valioso.

Por otra parte y de acuerdo con esta influencia que el patrón ejerce sobre la parte aérea, es de recomendarse que para zonas de escasa presencia de frío no se utilicen patrones de gran exigencia, ya que ésta se sumará a la propia del cultivar, motivo de cultivo, aumentándola y haciendo más difícil su buen comportamiento.

El empleo de algunos patrones norteamericanos y europeos, de grandes necesidades de frío pueden atribuirse algunos de los fracasos que en México se han tenido en el cultivo de frutales de hoja caduca.

La búsqueda de ciertas características convenientes, como enanización, precocidad, vigor u homogeneidad, se realizó muchas de las veces mediante la introducción de material genético que reúna esas condiciones, pero sin tomar en cuen-

ta los requisitos de frío de los patrones y su influencia sobre los del cultivar que sobre ellos se injertaría.

Esta situación tan grave se ha presentado y continúa existiendo debido al gran desconocimiento que hay de algunos de los fundamentos fisiológicos de la fruticultura.

#### 5.7.4. Medida y cuantificación de las horas frío.

Las horas frío que en un lugar se presentan se miden mediante el uso del termógrafo, que consiste en un termómetro que tiene adaptado un sistema de relojería y una aguja entintada que va marcando las temperaturas registradas, a través del tiempo en un papel gráfico en el que se encuentra señalado con una raya el límite de  $7.2^{\circ}\text{C}$ .

Es muy fácil, con las hojas impresas de esta manera, sumar el tiempo que cada día permanece la temperatura en ese límite o más bajo, obteniéndose un dato de horas frío diarias, que a su vez, sumadas las de toda la estación invernal, dará el total registrado en el año.

Se considera conveniente empezar a cuantificar horas frío desde el momento, en que los árboles comienzan a desprenderse de sus hojas, insistiendo algunos especialistas en que debe hacerse desde el momento en que el crecimiento ve

getativo de la parte aérea se detiene, aun mucho antes de que las hojas se caigan, ya que la inactividad del árbol empieza desde entonces.

Para que los datos del termógrafo tengan un valor confiable debe usarse el promedio de cuando menos 10 años de observaciones, ya que de un año a otro pueden existir grandes fluctuaciones, y solamente promedios de gran número de años pueden dar una idea precisa de la verdadera y normal situación de cada lugar.

El grave problema de México y de muchos otros países latinoamericanos, es la carencia de suficientes estaciones climatológicas distribuidas en las regiones típicas del territorio. Los datos de horas frío no pueden generalizarse para grandes áreas, sino que deben medirse éstas en los lugares precisos que representen características bien definidas semejantes para una zona determinada.

Ello se debe a la existencia de multitud de microclimas diferentes determinados por una orografía caprichosa que presenta muy diversas situaciones de altitud, de exposición, de conformación topográfica y de otros aspectos capaces de modificar en forma considerable el clima general que para una gran zona pudiera determinar la latitud.

Es en realidad el microclima el aspecto interesante de estudio para los fruticultores comprendidos en una zona específica, ya que será éste el que gobierne el comportamiento de sus árboles en particular, sin que importe el clima general predominante en toda una gran área.

Debido a ello, el dato de horas frío debe ser determinado para cada una de las situaciones geográficas específicas - lo cual complica aún más la posible labor de los climatólogos al multiplicar enormemente las observaciones que deban hacer,

En esta forma, puede decirse que prácticamente no se cuenta con datos de la mayor parte de las áreas frutícolas del país, sino que solamente se poseen registros de determinadas localidades geográficas, cuyos datos pudieran ser algo indicativos, pero no precisos, para otras cercanas.

Se considera que la interpolación de datos de frío invernal obtenidos entre dos estaciones climatológicas cercanas no ofrece garantía de exactitud sobre la realidad de horas frío de un lugar ya que diversos accidentes geográficos locales, tales como masas de agua cercanas, vientos, exposición, etc., pueden desviar en un sentido o en otro el número de horas frío que realmente se presente en él.

Calderón (1977) continúa diciendo, que el trabajo a realizar es arduo y requiere tiempo. Y que mientras tanto, y --apegándose a la realidad, es necesario recurrir a otros métodos que proporcionen de manera indirecta las indicaciones necesarias sobre la presencia en cada región, de frío-invernal, y por medio de ellas planear el establecimiento de huertos de árboles caducifolios de acuerdo a los requerimientos de los distintos cultivares.

Se han ideado muchos procedimientos para determinar la cantidad de horas frío que se presentan en un lugar, con base general en el uso de datos de temperaturas que sí suelen existir registradas en él, ya sean máximas, mínimas o medias, diarias o mensuales.

Algunos de estos métodos son más exactos que otros o proporcionan más fielmente idea de la realidad de una zona ecológica, de acuerdo a sus condiciones particulares, por lo que es importante seleccionar el que sea más apropiado.

Independientemente de ello, y el estar basados todos con exclusividad en el aspecto de temperaturas, desdeñando, o no tomando en cuenta otros factores del clima, que como se ha visto, tienen una gran relación con el efecto del frío sobre los árboles, hay muchas veces necesidad de efectuar con el dato obtenido las correcciones pertinentes multipli

candolo por el factor de corrección propio de cada lugar. - Esta corrección es necesaria para algunos de los métodos - pero no para aquellos que se ajusten a una realidad de efecto biológico.

El dato de horas frío que con alguno de estos procedimientos se obtenga, corresponde, y suele tener un valor parecido, al que proporciona mecánicamente el termógrafo. En - esos casos debe realizarse la corrección correspondiente.

Los estudios realizados por Muñoz Santamaría para determinar el método más conveniente de utilización en ciertas regiones de México son muy valiosos, y no hay por que extrañarse de que en la práctica, en algunas ocasiones, no haya existido una correlación exacta entre los valores calculados y el comportamiento de cultivos cuyos requisitos de frío estaban dentro del orden de ellos. Posiblemente faltó realizar algunas correcciones, teniendo en cuenta la influencia de otros factores climáticos y edáficos presentes en la localidad de estudio;

Las oscilaciones de temperatura, la irregularidad de los - inviernos, la gran radiación solar, la sequía edáfica y atmosférica, etc., son factores tan importantes en sus correlaciones con la temperatura que no es posible soslayarlos. En la utilización de cualquier procedimiento y en la obtención de conclusiones hay necesidad de mucho criterio.



En la mayoría de las ocasiones, cuando se trata de realizar el cálculo de horas frío presentes en un lugar o localización determinada, suele encontrarse que no existe ninguna clase de datos sobre temperaturas, ya que son muy escasos los observatorios o estaciones climatológicas distribuidas en el territorio nacional.

No sólo no existen datos proporcionados por un termógrafo, sino que tampoco hay registros climáticos de ninguna naturaleza.

Dada la importancia del concepto de microclima, muy especialmente en lo que a frío invernal se refiere, no resulta factible ni apropiado estimar la presencia de frío con base en cálculos realizados para otros lugares, aunque sean relativamente cercanos.

Resulta preferible realizar primero el cálculo de las temperaturas del lugar de referencia con base en interpolaciones de datos obtenidos por estaciones meteorológicas cercanas, siempre y cuando ello sea posible desde el punto de vista técnico, de acuerdo a las condiciones orográficas propias del lugar y a las de las estaciones vecinas. Los datos de temperatura que más pueden interesar son los de medios mensuales de los meses de invierno.

Conocidos éstos, ya sea directamente de observaciones realizadas con un termómetro de máximas y mínimas diarias, o indirectamente, por interpolación de datos de estaciones vecinas, podrá usarse alguno de los procedimientos de cálculo de horas frío, que con bastante exactitud llegan a -- ofrecer un resultado confiable, mejor que el que pudiera ser obtenido con un termógrafo.

La absoluta carencia de datos de temperatura que existe en la mayor parte de las posibles ubicaciones para huertos -- frutales constituye un gran obstáculo para poder determinar con precisión, mediante el empleo de cualquiera de los procedimientos, el cálculo de frío invernal de las localidades.

Se ha recurrido con frecuencia a la interpolación de datos basándose principalmente en la medida de la altitud del lugar, al considerar que existe una correlación positiva entre la mayor altura sobre el nivel del mar y la presencia de más bajas temperaturas. De esta manera, algunos estudios del problema, han elaborado mapas del país con isof -- neas de temperatura, que prácticamente cubren toda la extensión territorial, con distancias tan reducidas entre sí como cada 20 kilómetros.

Observándose las cartas de temperatura, puede ser constata

da una gran coincidencia entre la altitud de los distintos lugares y las isofneas de temperatura elaboradas, datos que pueden ser encontrados en la obra Mapas de Clima de la República Mexicana.

Enriqueta García y Teresa Reyna han trabajado profundamente en el mapeo climatológico de nuestro País, ante la convicción de la gran necesidad de contar con datos de esa naturaleza para poder programar y regionalizar las actividades agrícolas.

Son también muy interesantes las cartas elaboradas por CETENAL y por la Secretaría de la Defensa Nacional, aun cuando los datos de medias anuales aunque útiles, no llegan a precisar verdaderamente situaciones reales.

Respecto a la variación de la temperatura de acuerdo a la altitud, han sido utilizados varios índices de corrección, tales como considerar que por cada 100 m de altitud la temperatura disminuye en  $0.6^{\circ}\text{C}$ , o que hay una disminución de  $1^{\circ}\text{C}$  por cada 167 m de elevación sobre el nivel del mar. En general ha sido considerado que en la vertiente del Golfo la disminución de temperatura de acuerdo a una mayor altitud es homogénea y lenta, mientras que ocurre más brusca y con índices más elevados en la vertiente del Pacífico.

Calderón (1977) considera que dada la orografía tan caprichosa de nuestro territorio, existiendo tal cantidad de accidentes geográficos, que tienen indudable acción e influencia directa sobre el clima de las precisas localidades, no suele resultar posible la interpolación de datos de temperaturas entre estaciones vecinas a un lugar determinado, con base exclusiva en la variación de la altitud.

Ello sería factible en el caso de conformación orográfica homogénea, en el cual el único factor importante de variación fuera precisamente la altitud.

En esos casos existiría la posibilidad de obtener datos de temperaturas por simple interpolación, pudiendo con ellos usarse las formulas para cálculo de horas frío.

Para la mayor parte del territorio central del País no resulta confiable la interpolación y mucho menos si no se toman en cuenta situaciones locales particulares tales como: presencia de montañas, bosques, masas de agua, vientos, exposición, humedad atmosférica o muchos otros factores que decisivamente tienen influencia sobre el clima local.

Los principales procedimientos de cálculo de horas frío -- presentes en un lugar son los siguientes:

Método de Da Mota.

Este procedimiento se basa en un estudio de correlación entre la temperatura media mensual y el número de horas frío que cada mes resulta acumulado.

Para el cálculo del total de frío presentado en el invierno se usan los datos de noviembre, diciembre, enero y febrero.

La fórmula que se usa es la siguiente:

$$H_f = 485,1 - 2852 X$$

en la que  $H_f$  = cantidad mensual de horas frío.

$X$  = temperatura media mensual.

De acuerdo con lo indicado hay necesidad de conocer las temperaturas medias de los cuatro meses antes señalados y efectuar el cálculo de la cantidad de horas frío que durante cada uno de ellos se haya presentado, las que sumadas darán el total para ese año.

Las temperaturas medias mensuales se obtienen mediante el uso de termómetros de máxima y de mínima, cuyos datos deben ser observados y registrados diariamente. El promedio de la máxima y de la mínima de cada día proporciona el dato de la media diaria. El promedio de las temperaturas me-

días diarias durante un mes corresponde a la temperatura -  
media mensual. Estos datos mensuales son los que se utili-  
zan en la formula.

La adquisición de termómetros de máxima y de mínima no re-  
presenta para el fruticultor una acción gravosa, ya que el  
valor no suele ser muy alto. La compra de un termógrafo sí  
puede ser menos factible. Por otra parte, la toma de datos  
de un termógrafo es fácil, mientras que resulta difícil pa-  
ra el fruticultor el correcto uso del termógrafo, debido -  
sobre todo a lo cuidadoso de su calibración, que demanda -  
ajustes frecuentes para que los datos que registre estén -  
acordes a la realidad.

Debe indicarse además, que para muchas zonas y regiones --  
frutícolas del país, y de países latinoamericanos en gene-  
ral, existen ya reportes anuales y registros de temperatu-  
ras medias mensuales, no habiendo observaciones proporciona-  
das por termógrafos.

Para una gran claridad del uso de la formula de Da Mota es  
conveniente poner un ejemplo:

Supongase que de la observación diaria de temperaturas - -  
máximas y mínimas de un lugar se han calculado las siguien-  
tes temperaturas medias mensuales:

Noviembre	15.5
Diciembre	13.6
Enero	10.1
Febrero	13.2

La aplicación de la fórmula daría los siguientes resultados parciales:

$$H_f = 485.1 - (28.52 \times 15.5) = 43$$

$$H_f = 485.1 - (28.52 \times 13.6) = 97$$

$$H_f = 485.1 - (28.52 \times 10.1) = 197$$

$$H_f = 485.1 - (28.52 \times 13.2) = 109$$

Horas frío del invierno =  $43+97+197+109 = 446$ .

Método de Sharpe.

Este método se basa en una correlación entre las temperaturas medias mensuales del invierno, usándose los datos de noviembre, diciembre, enero y febrero, y el número de horas frío acumuladas.

No se usa una fórmula de cálculo, sino que se emplea un cuadro preparado por el doctor Sharpe con base en observaciones personales por él realizadas en Florida, Estados Unidos. A este cuadro se entra con los datos de las tempera

turas medias mensuales obtenidas y se encuentra directamente el dato de horas frío de cada mes.

Cuando el dato de temperatura media mensual no coincide con los del cuadro pueden hacerse las correspondientes interpolaciones.

<u>TEMPERATURA MEDIA</u> <u>MENSUAL EN °C</u>	<u>HORAS FRIO</u> <u>DEL MES</u>
7.8	395
8.9	353
10.0	311
11.1	270
12.2	230
13.3	190
14.4	152
15.6	115
16.7	79
17.8	47
18.9	23
<u>20.0</u>	<u>0</u>

Según puede observarse, cuando la temperatura media mensual es de 20°C, no hay acumulación de horas frío.

De acuerdo con este procedimiento de cálculo, para el mismo ejemplo anterior, respecto al año y lugar, la cantidad-



total de horas frío fue de 798, este dato ofrece una gran discrepancia con el calculado por el otro método, que fue de 446 horas frío.

#### Método de Weinberger.

Este procedimiento se basa en un estudio de correlación entre el número de horas frío y el promedio de temperaturas medias de los meses de diciembre y enero. El autor de -- acuerdo a observaciones realizadas y a correlaciones encontradas formuló una curva graficada, en la que entrando con el dato de promedio de temperaturas medias de esos dos meses, se encuentra el número de horas frío acumuladas.

Muñoz Santamaría, con base en la curva original extrapoló e interpoló datos logrando un cuadro de correlación en la que están consideradas las horas frío, desde 0 hasta 1,650 escalonadas cada 50 horas frío.

Este cuadro es de muy fácil uso, y resultaba de una gran necesidad, sobre todo en lo que se refiere a bajas acumulaciones de frío, abajo de 450 horas frío, que no fueron consideradas por Weinberger y que representan la normalidad en regiones semicálidas, como muchas de nuestro país y -- otros países latinoamericanos.

Una parte del cuadro de correlación elaborado por Muñoz - Santamaría es el siguiente:

HORAS FRIO ACUMULADAS	TEMP. MEDIA DIC+ENE/2°C	HORAS FRIO ACUMULADAS	TEMP. MEDIA DIC+ENE/2 °C
0	17,6	450	13.2
50	17,1	500	12.8
100	16,6	550	12,3
150	16.1	600	11.8
200	15,6	650	11.4
250	15.1	700	11,0
300	14.8	750	10.6
350	14,1	800	10,2
400	13.6	850	9.8

Como puede observarse, según este método no hay acumulación de horas frío cuando el promedio de temperaturas medias de los meses de diciembre y enero es de 17,6 o más elevado.

Para el ejemplo del que hemos venido hablando, se encontró con este método un total de 600 horas frío, no muy alejado del cálculo por el procedimiento de Da Mota.

Así mismo, Calderón (1977) menciona que, para la evalua --

ción de estos métodos de cálculo de horas frío, Muñoz Santamaría usó como testigo huertos establecidos con diversas especies y cultivares de frutales de hoja caduca. Estos huertos fenológicos, de requerimiento de frío conocidos, proporcionan a través de observaciones durante varios años una idea bastante precisa del comportamiento de los diferentes sujetos a la climatología del lugar, y sirven eficientemente para comparar los datos calculados por los diversos métodos.

El mismo autor señala que igualmente se contó con los datos proporcionados por el termógrafo, resultados que también fueron sometidos a evaluación respecto a la fidelidad indicativa del real efecto de frío sufrido por los árboles al saberse que ese instrumento marca o registra efectivamente las horas frío presentadas, pero sin tomar en cuenta efectos negativos o contrarios, de los que ya se ha hablado, y que son de gran importancia pues restan valor efectivo al frío presentado.

Después de analizar los diferentes métodos para la cuantificación de horas frío, Calderón (1977) concluye lo siguiente:

1. Para calcular correctamente y con cierta precisión el número de horas frío de un lugar, con cualquier

procedimiento, es necesario el estudio de un gran número de años, cinco como mínimo, y preferentemente diez.

2. El procedimiento más correcto es la observación de las especies y cultivares en relación a su comportamiento respecto a un determinado medio ecológico en huertos fenológicos debidamente establecidos, - para ese propósito. Este procedimiento, aunque el mejor, es a muy largo plazo y no resulta posible - su realización en cada una de las distintas ubicaciones, a nivel parcelario o de microecología.
3. El dato proporcionado por el termógrafo deberá utilizarse con grandes reservas, al resultar muy elevado, no tomando en cuenta condiciones que contrarrestan el efecto del frío ocurrido. En las particulares ecologías, principalmente climáticas, de nuestras regiones semicálidas el dato proporcionado por el termógrafo necesita forzosamente ser sometido a un ajuste, multiplicándosele por un factor de corrección propio de cada situación.
4. Los métodos de Crossa-Raynaud (en esta tesis no se considero) y Sharpe parecen no adaptarse a las condiciones climáticas de las regiones semicálidas de

altura en las que se cultivan frutales caducifolios. El cálculo del frío invernal en esas regiones por estos métodos implica la necesidad de usar factores de corrección.

5. Los métodos de Da Mota y Weinberger, especialmente el primero, son los que proporcionan la estimación más cercana a la realidad de efecto efectivo del frío sobre los árboles en un lugar dado. El uso de estos métodos se recomienda para el cálculo de horas frío en aquellos lugares semicálidos de altura en que se cuente con datos de temperaturas medias de los meses de invierno y no existan hurtos fenológicos. Los datos obtenidos con estos métodos no necesitan, en condiciones normales, ser sometidos a ajustes por índices de corrección.

6. Se considera interesante y práctico el cálculo de las horas frío por ambos procedimientos, el de Da Mota y el de Weinberger, y la obtención de un promedio, que resultará un indicador de gran precisión y de gran utilidad, muy apegado a la realidad

En el presente estudio, la cuantificación de las horas frío se hizo tomando los datos promedios de temperaturas medias de los años que tiene registrados cada estación es-

tudiada (en total 16, figura No. 2) de dicha región; se utilizó el cuadro elaborado por Muñoz Santamaría, mismo que se hizo en base al método de Weinberger. El valor inicial de la temperatura utilizado fue de 17.5°C; la relación se hizo con el promedio de las temperaturas medias mensuales de diciembre y enero con el número de horas frío acumuladas (cuadro 1); de esta manera se obtuvieron cinco subregiones que difieren entre sí y cuyas características son las siguientes:

a) El área con menos de 200 horas frío, está situada en la porción sur de los Altos, en los límites con Michoacán y alrededor del Lago de Chapala, donde están ubicados El Fuerte, Jamay, La Barca, Tototlán, Atotonilco el Alto, Ayoatlán y Degollado. Otra pequeña zona con estas mismas características se localiza principalmente al oeste de Cuquío, limitando con Zacatecas y con una prolongación que abarca La Cuña y otros lugares de menor importancia.

b) El área de 200 a 300 horas frío, en una zona muy pequeña en la que se encuentran las poblaciones de Villa Obregon y Jalostotitlán.

c) La zona de 300 a 400 horas frío ocupa prácticamente toda la porción central de la región estudiada, donde quedan poblaciones tan importantes como San Juan de Los Lagos, Ya

hualica, San Diego de Alejandrfa, Cuquio, Mexitcacan, La -  
gos de Moreno, Encarnaci3n de Dfaz y Teocaltiche.

Por la gran extensi3n que ocupa, 3sta es sin duda, la sub-  
regi3n m3s importante, por lo que el rango de 300 a 400 ho-  
ras frfo es el m3s frecuente.

d) Las 3reas con 400 a 500 horas frfo quedan ubicadas en -  
las zonas anexas a la sierra de Tepatitl3n y Arandas, el -  
noroeste de la sierra del laurel y la parte norte y nores-  
te de los Altos, donde la altitud es de 1,900 a 3,050 msnm

Se cuentan en ellas los poblados de San Miguel el Alto, --  
Arandas, San Bernardo, La Merced y Comaaja de Corona entre  
otros.

e) El 3rea con 500 a 600 horas frfo est3 ocupando 3nicamen-  
te dos pequeas porciones, en donde la altitud es de 2,050  
a 2,250 msnm o m3s; la primera est3 situada en la sierra -  
de Arandas y se contin3a en la de P3njam3; la segunda se -  
localiza en el extremo noreste del 3rea en estudio, donde-  
se encuentran Matanzas y Ojuelos de Jalisco.

Cuadro 1. Temperaturas y estimación del número de horas frío con que cuenta la región de Los Altos de Jalisco.

NOMBRE DE LA ESTACION	ALTITUD EN MTS.	TEMP. PROMEDIO ANUAL MEDIA	EN °C MINIMA	MAXIMA	TEMP. MEDIA DIC+ENE/2	HORAS FRIO
Agostadero	1,760	19.3	8.2	30.5	14.5	310
Barca, La	1,530	20.5	11.3	28.1	16.0	160
Cuarenta, Paso de	1,970	17.8	9.1	26.5	13.4	430
Cuña, La	1,500	20.6	11.4	29.8	16.0	160
Cuquio	1,810	17.9	10.1	25.6	14.1	350
Fuerte, El	1,520	21.0	14.4	27.7	17.3	30
Jalostotitlañ	1,750	19.1	8.9	29.3	15.0	260
Lagos de Moreno	1,900	18.7	5.8	31.6	13.6	400
Mexticacán	1,875	18.3	8.9	27.7	14.0	360
Ojuelos	2,220	17.1	8.9	25.4	12.5	530
San Diego de Alejandria	1,796	17.6	10.3	24.8	14.2	340
San Juan de los Lagos	1,800	19.1	9.7	28.5	14.4	320
San Miguel el Alto	2,000	17.8	9.5	26.1	13.3	440
Tototlán	1,540	20.0	10.8	29.3	16.2	140
Villa Obregón	1,600	19.4	10.9	28.0	15.6	200
Yahualica	1,800	18.3	10.7	26.0	14.3	330

Elaboro: Eduardo Aragón Ochoa



Cuadro 2. Valor de las temperaturas para el cálculo de unidades frío.

TEMPERATURA	UNIDADES FRIO
Menor de 1.4°C	0
de 1.5 a 2.4°C	0,5
de 2.5 a 9.1°C	1.0
de 9.2 a 12.4°C	0.5
de 12.5 a 15.9°C	0
de 16.0 a 18.0°C	-0,5
Mayor de 18.0°C	-1.0

Fuente: Calderón A.E. 1977

LA REGION DE LOS ALTOS.

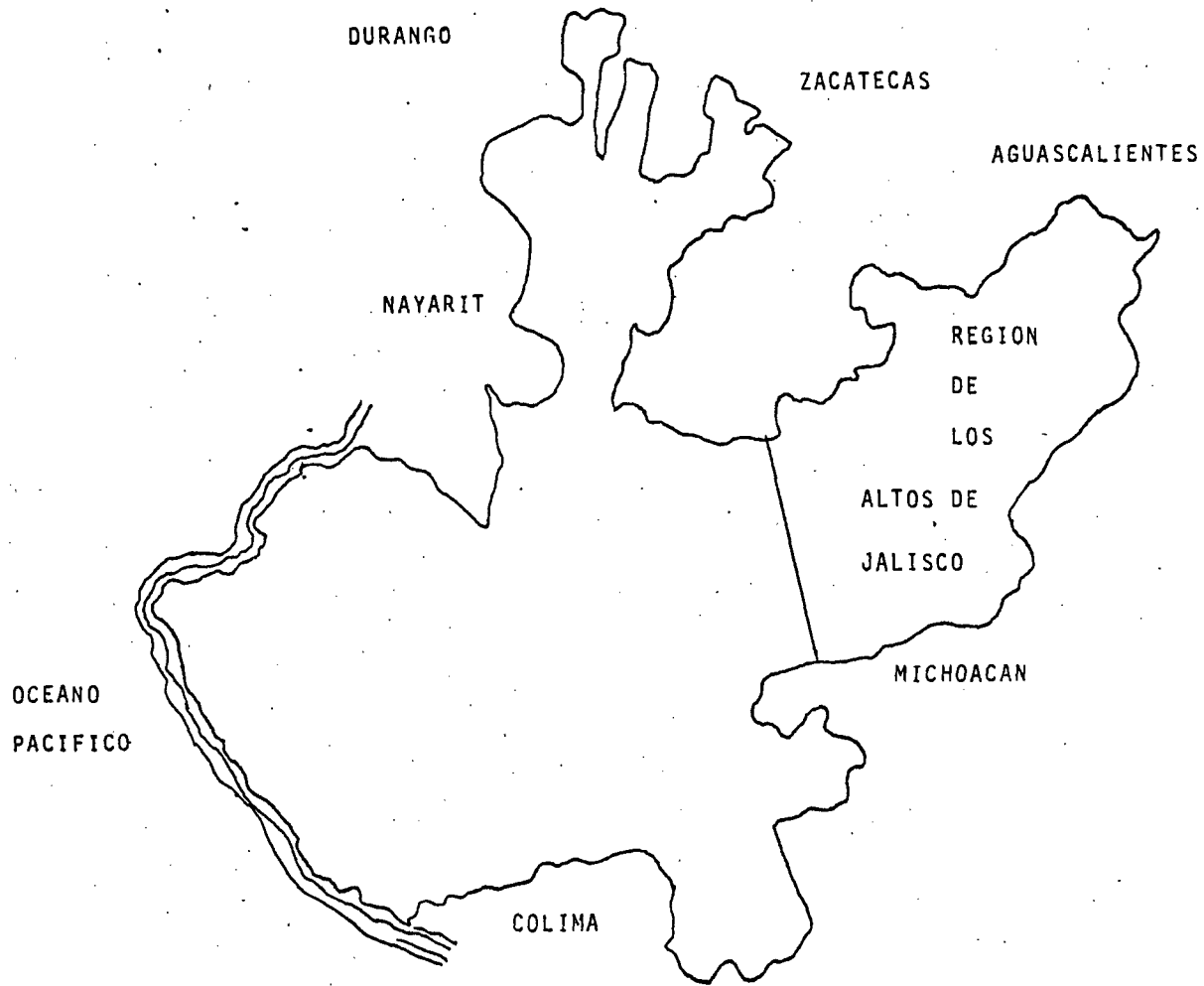


FIGURA No. 2 REGION DE LOS ALTOS CON LA UBICACION DE LAS 16 ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS.

- 1.- EL FUERTE
- 2.- LA BARCA
- 3.- TOTOTLAN
- 4.- CUQUIO
- 5.- LA CUÑA
- 6.- SAN MIGUEL EL ALTO
- 7.- SAN DIEGO DE ALEJANDRIA
- 8.- VILLA OBREGON

DURANGO

ZACATECAS

AGUASCALIENTES

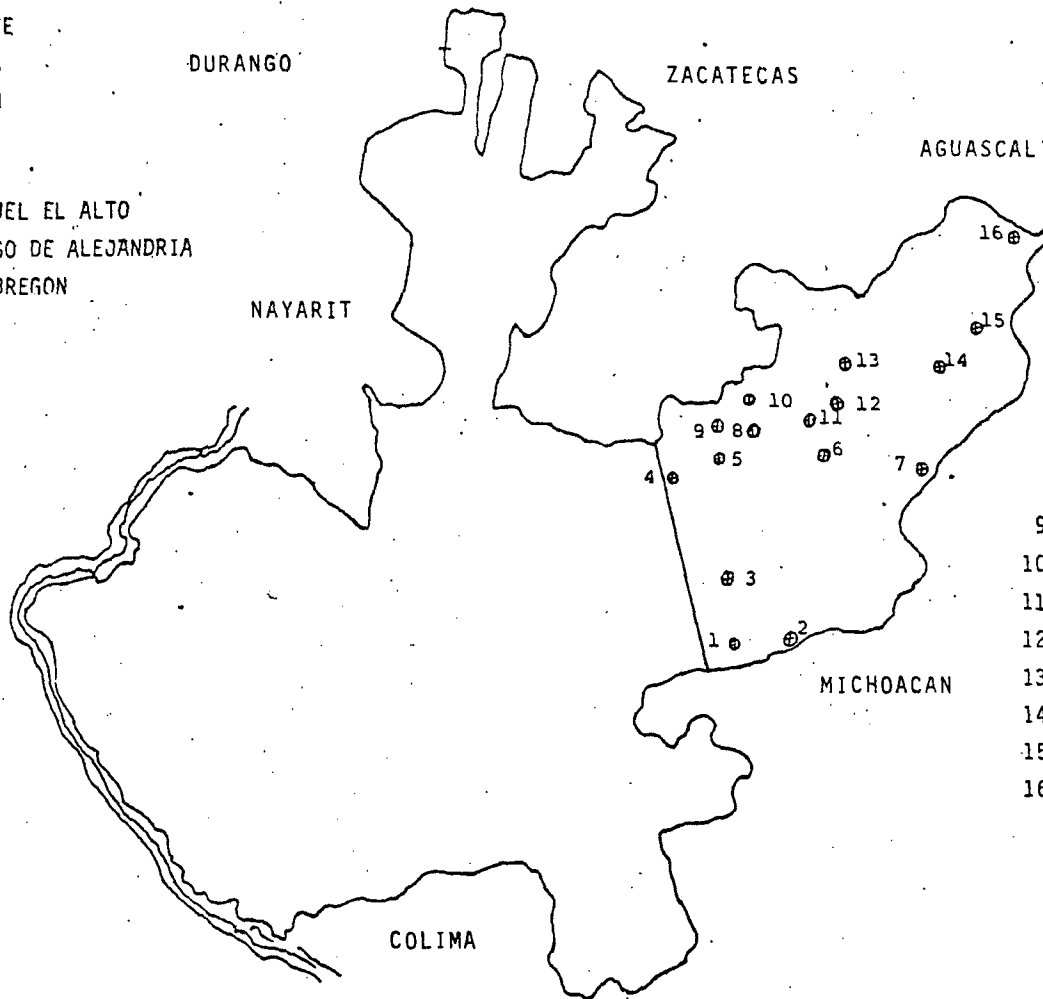
NAYARIT

OCEANO  
PACIFICO

MICHOACAN

COLIMA

- 9.- YAHUALICA
- 10.- MEXTICACAN
- 11.- JALOSTOTITLAN
- 12.- SAN JUAN DE LOS LAGOS
- 13.- AGOSTADERO
- 14.- LAGOS DE MORENO
- 15.- PASO DE CUARENTA
- 16.- OJUELOS



## VI. CONCLUSIONES

Después de haber analizado y cuantificado las temperaturas y las horas frío de la zona estudiada, es conveniente hacer la observación siguiente:

En todos los municipios comprendidos en la región de Los Altos se está practicando actualmente la fruticultura, ya sea a nivel familiar o comercial. Sin embargo, esto no quiere decir que en ellos se reúnan las condiciones idoneas para lograr la mejor producción ni que los frutales cultivados sean los más adecuados. La fruticultura depende de factores ambientales diversos, como son el suelo, el clima, las labores culturales; así como de estudios detallados de comercialización, de posibilidades de industrialización, etc.

Después de dicha observación, se concluye respecto del presente estudio que:

Desde el punto de vista altitudinal, la región se extiende desde los 1,500 m, hasta más de 2,300 m, lo que permite practicar la fruticultura tanto de perennifolios (en los lugares más bajos) como de caducifolios (en los lugares de mayor altitud). Las condiciones altitudinales definen las zonas semicálida y templada detectada en los Altos, para las-

cuales debe hacerse una estricta selección de los frutales más apropiados de acuerdo con las temperaturas requeridas - específicamente para cada cultivar de ellos, como son: horas frío, grados, temperatura máxima, mínima, etc.

Así mismo, debiera tomarse muy en cuenta que, aunque las condiciones térmicas sean adecuadas para realizar cierto tipo de fruticultura, ya que se cuenta con climas semicálidos y templados, estos son semisecos o bien subhúmedos, en los que el factor agua puede ser limitante para el desarrollo normal de los árboles frutales.

Por lo mencionado anteriormente y aprovechando las características de horas frío estudiadas se propone la siguiente regionalización frutícola:

Subregión a. Menos de 200 horas frío (Hf), de 1,500 a 1,590 metros sobre el nivel del mar (msnm).

Esta subregión está localizada en la parte más baja de la zona de estudio que cubre desde los alrededores del lago de Chapala donde se encuentran El Fuerte y Jamay hasta Tototlan, Atotonilco, Ayotlan y Degollado.

[ Esta zona se puede trabajar con frutales mixtos (perennifolios y caducifolios). Entre los perennifolios se sugieren -

al aguacate, ciruela mexicana, limón, lima, guayabo, granada roja, níspero y litchi.

La Delegación Estatal de CONAFRUT, reporta para el caso del aguacate una buena adaptación del cultivar hass, con excepción de los lugares donde se reporten problemas de heladas. La misma institución, tiene registradas más de 1,300 has. de lima. cultivar selección Atotonilco en esta subregión, lo cual indica la buena adaptación de esta especie.

En el caso del litchi, presenta muy buen futuro debido - - principalmente a la demanda nacional e internacional, y a la existencia de medios ecológicos apropiados. Actualmente no se encuentran huertas establecidas de esta especie, sin embargo, existen árboles aislados en la rívera del Lago de Chapala cargando satisfactoriamente.

Las especies de caducifolios que se sugieren para esta subregión son: durazno, membrillo, higuera, capulín, nogal pecanero y arrayán.

<u>ESPECIE</u>	<u>CULTIVAR</u>	<u>HORAS FRIO</u>
Durazno	Okinawa	50 - 100
	Flordared	100
	Flordabelle	100 - 200
Nogal pecanero	SNJ 78-01	50

	SNJ 78-03	50
	U de G 86	100 - 200
	Western	300 - 500
	Wichita	300 - 500
Membrillo	Selección Regional	menos de 200
Higuera	Selección Regional	menos de 200
Capulín	Selección Regional	menos de 200
Arrayán	Selección Regional	menos de 200

---

En el caso del nogal pecanero, el Ing. Juan Calderón Hernández, técnico especialista en esta especie (comunicación personal), me informa que en la rivera del Lago de Chapala se encuentra una pequeña plantación de nogal del cultivar Mahan produciendo bien; así mismo, menciona que, en las inmediaciones de Tototlán y Atotonilco existe también una huerta de nogal de 4 has., de los cultivares Western, Wichita y Mahan, de 8 años de edad, produciendo satisfactoriamente.

El mismo especialista dice lo siguiente: " aunque la literatura señala a estos cultivares mejorados de nogal con necesidades de 300 a 600 horas frfo, aquí en el Estado de Jalisco se observa buena adaptación desde los 1,400 a los 1,800-msnm. Por el momento, solamente recomendaría los cultivares Western y Wichita, y podrían plantarse en forma intercalada unos cuantos árboles de otros cultivares en plan de prueba.

Aunque el cultivar Mahan a demostrado buena adaptación, no se recomienda por presentar a corto plazo problemas tan serios como son el mal llamado de la almendra y susceptibilidad a plagas y enfermedades. Finalmente, no me atrevería a recomendar plantaciones comerciales en la rívera del Lago de Chapala hasta no tener un mayor número de años de observación en los árboles mencionados con anterioridad, principalmente por la gran influencia que esta gran masa de agua está teniendo en contra de la acumulación de frío en dicha zona".

Por lo anteriormente expuesto, en el presente trabajo se están considerando como recomendables los cultivares Western y Wichita para esta subregión, con excepción de las localidades anexas al Lago de Chapala como lo son El Fuerte, Jamay y La Barca. Así mismo se recomiendan 3 selecciones de nogal obtenidas por el mismo especialista, en los Municipios de Amacueca e Ixtlahuacán de los Membrillos.

Subregión b. De 200 a 400 Hf, de 1,590 a 1,910 msnm.

Esta subregión es la que más predomina en la zona de estudio; se encuentra bordeando a la anterior y se localizan importantes asentamientos humanos como son Villa Obregon, Jalostotitlán, San Juan de los Lagos, Yahualica, San Diego de Alejandría, Cuquío, Mexxicacan y Lagos de Moreno.



Esta subregión también se puede trabajar con frutales mixtos. Entre los perennifolios se sugieren al aguacate, cultivar hass y fuerte; lima selección Atotonilco; guayabo selección calvillo y algunos cultivares de olivo.

Las especies de caducifolios que se sugieren para esta subregión son: durazno, manzano, nogal pecanero y ciruelo de España. Así mismo, se considera que podrían trabajar bien algunos cultivares de higuera y vid.

Para el caso del nogal pecanero, se recuerda que no se recomienda mucho, por arriba de los 1,800 msnm.

<u>ESPECIE</u>	<u>CULTIVAR</u>	<u>HORAS FRIO</u>
Durazno	Flordawon	200
	Flordasun	300
	Flordahome	400
	Tejón	400
	Jewel	300
	Sunred	300
	Comonfort	400
	Lucero	400
	Desert Gold	250 - 350
Manzano	Pacheco	200 - 300
	Anna	300 - 350

	Tropical Beauty	300 - 400
Nogal pecanero	Western	300 - 500
	Wichita	300 - 500
Ciruelo	Golden Japan	250 - 350

---

Subregión c. De 400 a 600 Hf, de 1,910 a 2,230 msnm.

Esta subregión queda ubicada desde las zonas anexas a la sierra de Tepatitlán y Arandas, hasta el extremo noreste del área en estudio, donde se encuentran San Miguel el Alto Arandas, Matanzas y Ojuelos de Jalisco entre otros.

En esta subregión se sugieren los frutales siguientes: durazno, manzano, chabacano, peral, ciruelo de españa y algunos cultivares de higo.

<u>ESPECIE</u>	<u>CULTIVAR</u>	<u>HORAS FRIO</u>
Durazno	Early Gold	550
	Rochón	450
	Flordaqueen	550
	Bonita	500
	Red Grande	450

	Coacalco	500
Manzano	Acido de Sfax	500-600
	Dulce de Sfax	500-600
	Hume	500-600
	Winter Banana	500-600
	Ein Shemer	400-450
	Elach	400-450
	Michal	400-450
	Mayan	400-450
	Rayada	600
Chabacano	Valencianos	500-600
Peral	Baldwin	500-600
	Kieffer	500-600
	Garber	500-600
	Orient	500-600
	Pineapple	500-600
	Le Conte	500-600
	San Juan	400-500
	Parafso	400-500
Ciruelo	Santa Rosa	500

---

Se pretende que este estudio coadyuve a la planeación frutícola de esta importante región del Estado de Jalisco.

El trabajo aquí desarrollado es a nivel de temperaturas solamente y más concretamente sobre la acumulación de horas - frío, sin embargo puede ser punto de partida para una serie de estudios cada vez más completos tendientes a proporcionar resultados microclimáticos. Asimismo, es necesario impulsar estudios de carácter interdisciplinario (pedológicos genéticos, fitotécnicos, de comercialización, de agroindustrias, etc. para determinar con mayor precisión la potencialidad de las subregiones frutícolas que aquí se proponen.

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

Brow, R.E.; 1967. Indicadores climáticos para especies cadu-  
cifolias.

Calderón, A.E. 1975. La poda de los Arboles Frutales. Encua -  
dernación de Ediciones. México, D.F.

\_\_\_\_\_ 1977. Fruticultura General, Fuentes Impreso  
res, S.A. México.

CONAFRUT, SAG., 1971. Industrialización de las frutas. Serie -  
Popular. Folleto No. 11. México.

\_\_\_\_\_ 1971. Frutas importantes en México. Serie -  
Popular. Folleto No. 3 México.

\_\_\_\_\_ 1972. La Manzana. Aspectos de su cultivo y -  
aprovechamiento. Serie de Divulgación, Fo -  
lleteo No. 4 México.

\_\_\_\_\_ 1975. Memoria de Actividades 1971, Imprenta  
Nuevo Mundo, S.A. México.

Garza, G.R., 1972. Descripción é Importancia del descanso y -  
del letargo en árboles frutales caducifo -

lios Colegio de Pst-graduados, ENA., Chapin  
go, México.

Gil, A.F., 1980. Tratado de Arboricultura Frutal, Vol. I. --  
Ediciones Mund-Prensa. Madrid, España.

Juscáfresa, B., 1978. Árboles Frutales. Cultivo y Explotación  
Comercial. Biblioteca Agrícola Aedos. Barce  
lona, España.

Nieto, M.E., 1974. Las Heladas en Fruticultura, en Memoria de-  
la Mesa Redonda sobre Problemática Actual -  
de Durazno en Ags. CIAB, Campo Agrícola - -  
Exp. de Pabellón, Ags. SAG. INIA., Fruticu  
tura.

---

1974. Factores climáticos limitantes de los  
frutales caducifolios en la Región Central-  
de México. Estación Experimental de Fruti -  
cultura de Aula Dei, Zaragoza, España.

Ortiz, S.C., 1984. Elementos de Agrometeorología Cuantitativa  
Departamento de Suelos, Universidad Autóno-  
ma de Chapingo, Chapingo, México.

Sánchez Colín, S., 1974 La fruticultura como instrumento de ca-

pitalización del sector rural. Serie Especial. Folleto No. 21 CONAFRUT, SAG. México.

---

1974. Cítricos. Serie Especial. Folleto No. 23 CONAFRUT, SAG. México.

---

1975. Avances en la organización y el desarrollo de la Fruticultura en México. Serie Especial. Folleto No. 29 CONAFRUT, SAG. México.

Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Dirección de Climatología, Archivo de Datos Climáticos.

Tamaro, D., 1968. Tratado de Fruticultura. Ed. Gustavo Gili, S.A. Barcelona, España.