

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



NECESIDADES DE HORAS FRIO EN LOS FRUTALES
CADUCIFOLIOS, SUS CONSECUENCIAS Y SU CALCULO

S E M I N A R I O

OPCION II - A

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

PRESENTA EL PASANTE

JORGE HUMBERTO SANCHEZ GARZA

040.634
FA8
1987

T
SE357
S2
C.1

AGOSTO DE 1987

040.634

FA8

1987

C.S

T

SB357

S2

C.1



1080063686

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



NECESIDADES DE HORAS FRIO EN LOS FRUTALES
CADUCIFOLIOS, SUS CONSECUENCIAS Y SU CALCULO

S E M I N A R I O

OPCION II - A

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

PRESENTA EL PASANTE

JORGE HUMBERTO SANCHEZ GARZA

MARIN, N.L.

AGOSTO DE 1987

7408 *[Handwritten signature]*

T
58357
S2

040.634
FA8
1987
CB



Biblioteca Central
Maestra Solidaridad

F. Tesis



UANL
FONDO
TESIS LICENCIATURA

I N D I C E

	Página
INTRODUCCION	1
LITERATURA REVISADA	3
Necesidades de frío invernal	4
A).- Fenómeno del reposo invernal	6
B).- Sustancias y procesos relacionados con el reposo	11
Cálculo de horas frío para el Municipio de Sabinas Hidalgo, N.L., por los siguientes métodos:	15
1.- F.S. Da Mota	
2.- Crossa Raynaud	
3.- Sharpe	
4.- Weinberger	
5.- B. Bidabe	
6.- Richardson, Seley y Walker	
Efectos de la insuficiencia de frío invernal y sus posibles solu- ciones	22
CONCLUSIONES	29
APENDICE I	31
APENDICE II	32
BIBLIOGRAFIA	33

INDICE DE CUADROS

CUADRO		PAGINA
1	Resultados del método de F.S. Da Mota en los 10 períodos invernales utilizados para Sabinas Hidalgo, N.L.	16
2	Resultados del método de Crossa-Raynaud en los 10 períodos invernales utilizados para Sabinas Hidalgo, N.L. ...	16
3	Resultados del método de Sharpe en los 10 períodos inver nales utilizados para Sabinas Hidalgo, N.L.	17
4	Resultados del método de Weinberger en los 10 períodos - invernales utilizados para Sabinas Hidalgo, N.L.	18
5	Resultados de la determinación del número de horas frío por los diferentes métodos que se manejaron	20

INTRODUCCION

Los frutales caducifolios son propios de regiones frías y templadas, aún cuando su cultivo se ha extendido a regiones subtropicales en las cuales se hace notar la importancia de la altitud, debido a que es un factor de superación para su exitoso cultivo.

La fruticultura, como tal, debe planearse tomando en consideración todos los aspectos técnicos y económicos que involucra, de no hacerse así, puede ser una causa de costosos fracasos, como lamentablemente ya han sucedido en nuestro país y no en pocas plantaciones.

Uno de los aspectos técnicos de mayor importancia y por lo tanto que más deben analizarse antes de establecer cualquier plantación frutícola, es el clima, y dentro de este aspecto, conocer muy especialmente los factores climatológicos que pueden impedir o dificultar la producción de los diferentes grupos de frutales.

Tomando en cuenta que la agroclimatología ayuda a determinar opciones técnico-agrícolas en países en vías de desarrollo, y México lo es, y además que México exhibe una diversidad climática muy amplia por lo que con el apoyo de la agroclimatología sería posible sacar el máximo provecho agrícola a este recurso natural. La agroclimatología es necesaria en fruticultura como consecuencia de dos características intrínsecas de las explicaciones frutícolas; su elevada inversión inicial y su longevidad, características que exigen su estudio más riguroso de todos los factores de producción.

Las especies y cultivares de frutales caducifolios, después del período de crecimiento y producción, entran en un período de reposo, y para poder salir de él, requiere de la acción del frío. Desde un punto de vista técnico, es necesario conocer y medir de alguna manera, las -

exigencias propias de cada cultivar, para con ello poder tener una idea de sus posibilidades de adaptación a un lugar determinado.

En el presente trabajo, se pretende dar una idea de todo lo que involucra el reposo invernal, así como el cálculo de las horas frío para el Municipio de Sabinas Hidalgo, N.L. utilizando varios de los métodos existentes, con el fin de saber cuál de los métodos es de más práctico uso y el más exacto, y así poder tener un criterio más amplio para elegir qué especies pueden ser cultivadas, sin que corran los riesgos de fracasar por razones de insuficiencia de frío invernal.

REVISION DE LITERATURA

Contando México con múltiples microclimas dada su topografía y localización geográfica, la precisa determinación del número de horas — frío con que cuenta un lugar que se pretende plantar con árboles frutales, resulta de primerísima importancia para hacer una correcta elección de la variedad.

Todo esto nos coloca, aparentemente, en una situación envidiable — en cuanto a posibilidades frutícolas por desarrollar, pero al mismo — tiempo, nos coloca en una difícil posición en lo que se refiere a la corr^recta elección de las numerosas variedades frutales que se necesitan — para esa enorme cantidad de microclimas con que se cuenta. Si a esto agregamos la escasez de huertos fenológicos indicadores, y las frecuⁿtes introducciones de especies y nuevos cultivares cuyas exigencias climatológicas son desconocidas o se les da nula importancia, encontramos serios problemas de plantación frutícola y frecuentes huertas improductivas.

Se sabe que los frutales de hoja caduca requieren o exigen más — bien una cantidad de frío variable según el cultivar, para romper el período de reposo y tener una floración, foliación, fructificación y desarr^rollo vegetativo normal. En los países subtropicales como México, se cuenta con un invierno sumamente irregular, debido principalmente a las — grandes diferencias entre la temperatura máxima y mínima diaria, y tanbién a la fuerte insolación que se presenta en pleno invierno y que según Boyton 1954 y Weinberger 1967, parecen contrarrestar parte del frío ya acumulado. Por todo esto, los intentos para determinar la cantidad — del frío con que cuenta una localidad dada, se han dificultado y cualquier medida del frío está sujeta a errores (Muñoz S.M. 1967).

Necesidades de Frío Invernal

La presencia de bajas temperaturas es necesaria a los frutales caducifolios durante su época de reposo, para que por medio de ellas, puedan romper ese período de detención de actividades, al hacer que las causas que lo motivaron desaparezcan, y libres de ellas puedan brotar y reiniciar un nuevo ciclo de crecimiento al presentarse temperaturas favorables en la siguiente primavera. Los requerimientos de frío son propios de cada especie y de cada cultivar en particular, variando notablemente dentro de una especie, al existir variedades de altos requerimientos y otras de poca exigencia de frío que se comportan bien y brotan normalmente en la primavera, sin que en el invierno se haya realizado una gran acumulación de bajas temperaturas (Calderón, 1977).

Las necesidades de frío, se expresan por el término "hora frío", la cual se define como "una hora a una temperatura dada". Las horas frío pueden presentarse durante el día o durante la noche, ya sea de manera interrumpida, alternada, o sólo unas cuantas horas de frío, e incluso en algunas ocasiones no presentarse ninguna durante varios días (De la Torre, 1982).

Las horas frío constituyen un factor del medio ecológico, correspondiente al renglón temperatura, que generalmente no es tomado en cuenta por otro tipo de cultivos, por lo que no es frecuente poseer datos sobre él de observatorios meteorológicos, habiendo entonces necesidad de efectuar el cálculo (De la Torre, 1982).

Algunos investigadores señalaron umbrales de temperatura para varias especies; Weldon (1934) encontró para durazno que su umbral se encuentra entre 9.6 y 9.8°C, queriendo con esto indicar que las temperaturas iguales o inferiores a éstas, contribuyen a satisfacer sus necesida

des de frío. De Villiers (1947) fija el umbral de 9°C para yemas de manzana y 12°C para almendro. Carvalho (1970), para el caso particular del olivo en México, menciona que éste no fructifica en lugares donde la temperatura media del mes de Enero es superior a 10°C .

Para medir las exigencias de frío en una variedad, se ha extendido el empleo del umbral de 7°C a partir del cual varios investigadores valoran cuantitativamente las necesidades de frío de los cultivares, expresando éstas en un número de horas bajo 7°C (Nieto, 1974).

Buscando producir cultivares de pocas necesidades de frío, comenzaron los programas de mejoramiento en 1907, en los Estados Unidos. Entre los trabajos genéticos más interesantes, destacan las creaciones de cultivares de bajos requerimientos de frío en durazno, siendo algunos de estos los siguientes: Flordared (75 horas frío bajo 7°C), Okinawa (100), Mc.Red (200), Flordawon (200), Flordabelle (200), Flordasun (300), Early Amber (350), Flordahoma (400), Río Grande (450), Florida Queen (550), y San Houston (650) y nectarinas Sunred (300) y Sungold (650), (Bowen — 1971). En frambuesa se tienen programas de producción de cultivares de bajos requerimientos de frío invernal (Sharpe y Sherman, 1971). En relación a la herencia del carácter exigencias de frío, señalan que en durazno, el carácter bajas exigencias en frío invernal es recesivo, para el chabacano, en cambio, es un carácter dominante (Lammerts, 1941 citado por Nieto, 1974). Otros estudios en durazno, dicen que la herencia del carácter exigencias en frío, depende de genes múltiples y que es fisiológicamente controlado por una hormona (Bowen, 1971).

Generalmente, las yemas florales comienzan a diferenciar en verano; al aproximarse el otoño, entran en estado de quiescencia, más tarde comienza el reposo progresivamente más profundo hasta que la transmi—

sión quiescencia-reposo se completa generalmente a fines de otoño. Durante todo el invierno, las yemas permanecen en estado de reposo; período en el que se presenta el enfriamiento necesario para romper la latencia, y así las yemas reanudan su crecimiento en primavera; si después del invierno no se restablecen las condiciones climáticas, las yemas pueden fallar en reiniciar su crecimiento; y si las plantas por algún motivo no entran en estado de latencia y continúan creciendo ya entrado el otoño, son susceptibles a dañarse por heladas tempranas (De la Torre 1982).

Las yemas de flor incrementan su resistencia rápidamente al disminuir la temperatura en el otoño, mientras los tejidos leñosos lo hacen con más lentitud, ya que generalmente hasta principios de diciembre, no son más resistentes a las bajas temperaturas que las yemas, pero posterior a esta fecha, la corteza, el cambium, y la madera de los brotes y ramas principales son más resistentes que las yemas de flor (Tabuenca, 1965).

La resistencia al frío adquirida por la exposición a bajas temperaturas, se pierde principalmente durante períodos templados en el invierno, recuperándose de nuevo cuando vuelve a descender la temperatura (Chandler, 1954; citado por Tabuenca 1965).

Para conocer de una manera más amplia lo que involucran las necesidades de frío, se hablará acerca de lo que es el fenómeno del reposo invernal y además de las sustancias y procesos relacionados con él.

A) Fenómeno del reposo invernal.

Un fenómeno que constatan todos los años con naturalidad los fruticultores en sus árboles de durazno, manzano y muchos más, es que estos frutales una vez que han producido, y cuando las condiciones climáticas

comienzan a ser adversas, tiran sus hojas y se sumergen paulativamente en un reposo invernal.

El período durante el cual el árbol entra en aparente inactividad en la estación más fría del año, es conocido técnicamente como reposo - invernal, y ha sido y sigue siendo objeto de estudios científicos por - fisiólogos, botánicos, agroclimatólogos, químicos, etc. de diversos paí - ses del mundo.

Resultado de estos estudios es el descubrimiento de sustancias y - procesos internos, que asociados a condiciones del medio ambiente, in - tervienen en la expresión de este fenómeno.

Un investigador francés, Champagnat (1973), define el reposo como "estado fisiológico de ineptitud al crecimiento de cualquier meristemo que se encuentra exento de toda inhibición correlativa y dentro de un - medio favorable", por lo tanto no debe confundirse este fenómeno con o - tros, como la inhibición entre órganos debido a la dominancia apical, - ni tampoco con el estado de quiescencia, inactividad o detención del - crecimiento que se debe a condiciones externas del medio (Nieto, 1978).

Es interesante aclarar la significación correcta de algunos térmi - nos que muchas veces se emplean como sinónimos de reposo, y que en rea - lidad poseen acepciones diferentes. En general es aceptado que el voca - blo "letargo" debe ser empleado para indicar la suspensión o detención del crecimiento visible, de manera temporal, de yemas de semillas, sin importar la causa que lo provoca. El letargo, de acuerdo con el origen que lo causa, puede ser de tres clases diferentes:

a).- Se le llama "Quiescencia" a la detención del crecimiento que tiene lugar debido a causas externas desfavorables, como pueden ser: - ir apropiadas condiciones de temperatura o de humedad. Este tipo de le -

targo está entonces bajo control exógeno, y cuando la causa que lo provocó desaparece, el crecimiento se reanuda.

b).- Se le da el nombre de "Reposo" a la suspensión del crecimiento originada por causas internas, y que tiene lugar aún cuando las condiciones ambientales sean favorables; su regulación está bajo control endógeno.

c).- Se usa el término de "Inhibición correlativa" cuando el letargo es debido a condiciones internas, pero los factores que lo detienen son producidos en otro órgano. Es el caso de una yema lateral. Se debe a la dominancia apical se encuentra inhibida por la yema terminal; - al hacer la eliminación de ésta última, se rompe la inhibición de aquella, que entonces puede crecer y brotar.

Se considera que el período de reposo comienza en los árboles desde el momento en que se detiene el crecimiento vegetativo anual, aún antes del desprendimiento de las hojas; a partir de ese momento las distintas actividades fisiológicas van disminuyendo hasta parar casi totalmente. Esta detención es casi total en la parte aérea, pero parece ser que no tiene lugar de manera tan acentuada en la parte subterránea, en la cual el crecimiento y otras funciones continúan presentándose, aunque a un ritmo menor (Calderón, 1977).

En el año de 1952, los autores Bonner y Galston definieron el descanso como "el período de tiempo en el que la planta detiene totalmente su crecimiento"; pero se comprobó lo contrario en 1957 (Chandler), lo que fué corroborado en 1967 (Seely) por diferentes investigadores, habiéndose demostrado que aún cuando no existe ningún crecimiento visible sí existe actividad morfológica, que es lenta, pero continua.

La descripción del ciclo de crecimiento fué hecha por Sanish en —

1954, considerando la presencia de dos períodos principales; uno, el — descanso producido por factores externos, y el otro, llamado letargo, — provocado por condiciones internas. En base a esta división separó el — descanso en las siguientes fases: primero, "descanso preliminar"; la — condición de los órganos de la planta en dicho momento, fué llamada — "preletargo". En esta fase, en la que se considera que el descanso se — inicia inmediatamente después de la formación de las yemas terminales, el árbol tiene aún posibilidades de crecer, pero solamente en un grado muy reducido comparado con la actividad completa del crecimiento. La se gunda fase fué llamada "descanso inicial", que se presenta unos días an tes y pocos después de la llamada caída de las hojas. En este estado, — las yemas en letargo no crecen en respuesta de las condiciones favora— bles, pero pueden ser forzadas fácilmente por factores artificiales ta— les como el riego, fertilización, hormonas, etc. Se ha considerado la — tercera fase como "descanso principal", la que se inicia poco después — de la caída de las hojas en donde se considera que se presenta el esta— do más profundo de descanso (Samish, 1954), y su duración es hasta va— rios días antes de la brotación. Durante esta fase, las condiciones in— ternas se presentan de tal manera que no permiten ningún crecimiento vi sible hasta que la planta sea expuesta por un determinado tiempo a tem— peraturas bajas. La siguiente fase del ciclo es la del "descanso poste— rior, que se presenta en un período de tiempo existente entre la fase — anterior y la brotación. En esta fase, los árboles han completado su — requerimiento de frío, pero no crecerán debido a que las condiciones — del medio no son favorables. No obstante, si las condiciones llegan a — ser favorables, aún cuando no sean definitivas, se provoca la brotación quedando la planta expuesta al peligro de las bajas temperaturas. La —

última fase es la de la floración, y continúa hasta que el crecimiento de los nuevos brotes se detiene y el estado de descanso inicial empieza de nuevo.

La determinación del momento en que salen las yemas del reposo invernal es importante, ya que éste dato permite estimar las necesidades de frío de los cultivares frutícolas, por lo que a continuación se presentan algunos de los métodos utilizados.

Variación del peso seco de las yemas: fué empleado por Brown y Kottob (1957), en especies de pepita y complementado por la estación experimental de Aula Dei, en España, y consiste en lo siguiente: se toman 3 o 4 ramas del cultivar al que se le piensa determinar la fecha de salida del reposo, se colocan sus extremos dentro de un frasco con agua y se guardan dentro de una cámara 7 días a una temperatura de 20°C, posteriormente se toman 50 yemas de flor, y después de quitarle sus brácteas y pedúnculos, se desecan en estufa a 70°C, hasta peso constante. Se repite la toma de muestras a intervalos de tiempo aproximadamente de una semana. El rápido incremento de peso seco marca la salida del reposo.

Variación del contenido de almidón en ramas: Se ha determinado que la salida del reposo está relacionada con el contenido de almidón de ramas de un año, de cultivares de durazno, chabacano, peral y manzano. El método que propuso Tabuenca (1971) consiste en determinar el contenido de almidón. Cuando el contenido de almidón es el mínimo, es el momento en el que se considera terminado el reposo.

Brotación de yemas: Este método fué propuesto por Weinberger en 1967, fué descrito para durazno y es más sencillo que los anteriores. Consiste en tomar 10 ramas de una longitud de 50 a 60 cms. y colocarles

sus extremos dentro de un recipiente con agua. Se ponen dentro de una cámara a 20°C durante 3 semanas, al cabo de este tiempo se determina el porcentaje de yemas brotadas con sépalos visibles. Se repite la toma de muestras semanalmente y cuando el 50% de las yemas de flor se encuentran en el estado anterior, se considera que han salido de su reposo. En el caso de tener porcentajes de un valor diferente al 50%, mediante una simple interpolación se precisa la fecha del término del mismo.

Se han empleado técnicas de experimentación, con las que se han puesto en evidencia la importancia de mecanismos de interrelación entre hojas, tallos y raíces con las yemas en reposo y durante el ciclo vegetativo. Estas nuevas aportaciones en cuanto a enfoques y métodos de experimentación, sería muy conveniente aplicarlos en México, ya que permitirían lograr un conocimiento más preciso del reposo, que daría la pauta para sacar el máximo provecho a las particularidades genéticas de nuestros materiales criollos y de nuestro clima (Nieto, 1978)

Sin embargo, debemos aclarar que pese a estos estudios, el fenómeno del reposo invernal, anteriormente considerado como un simple mecanismo de defensa del árbol frente a un medio adverso, no ha sido todavía desentrañado en forma total y permanecen aún en penumbra muchos mecanismos endógenos y exógenos que lo determinan (Nieto, 1978).

B).- Sustancias y procesos relacionados con el reposo.

El proceso de desarrollo de una planta, está controlado por un balance entre sustancias estimulantes e inhibidoras del crecimiento vegetal, a estas sustancias se les ha denominado hormonas vegetales, como hormonas estimuladoras del crecimiento, se conocen las auxinas, las gibberelinas, las citocininas y el etileno; como sustancias inhibidoras, el ácido abscísico y otros compuestos con una gran diversidad de estruc-

turas químicas, principalmente de tipo fenólico. La participación directa, la interacción entre los mismos, así como el mecanismo de los diversos procesos que se llevan a cabo en la planta, son poco conocidos (De la Torre 1982).

De las investigaciones realizadas hasta la fecha en frutales, se ha llegado a la conclusión de que son las giberelinas las que participan más directamente en la latencia de yemas, y que es la interacción entre giberelinas y ácido abscísico la que regula este proceso. Se han tratado de dar numerosas explicaciones para el reposo. Desde el punto de vista físico, se han postulado como posibles causas de este fenómeno cambios en las propiedades coloidales del protoplasma en cuanto a su viscosidad y densidad. Bioquímicamente, se ha demostrado que el reposo se acompaña por cambios en los niveles de las hormonas que regulan el crecimiento (De la Torre, 1982).

En la actualidad, es aceptado por la mayor parte de los fisiólogos que el mecanismo directo que regula estos procesos internos en el vegetal, es un balance o contenido proporcional de promotores de crecimiento y de inhibidores, sustancias que en general producen resultados contrarios en su acción al actuar antagónicamente. Lo anterior no constituye un hecho sencillo, ya que son muchas las sustancias de ambos tipos que sintetiza el árbol, cada una de efectos especiales, de actuación específica en ciertos procesos, y variando sus efectos con la dosis a que estén presentes y al determinarse el efecto final de la interrelación entre promotores e inhibidores, se complica más. Ambos tipos de sustancias suelen ser producidas en las hojas y en las yemas, y a partir de éstos órganos se produce la difusión hacia otros donde son también sentidos los efectos (Calderón, 1977).

Se han descubierto sustancias inhibidoras tales como: la cumarina, el inhibidor B, la naringenine, prunina, ácido abscísico, etc. (Nieto, 1978).

Por lo que respecta a los promotores, solamente se han podido identificar auxinas como: ácido indolacético (IAA), ácido indolpirúvico — (IPA), indol-acetonitilo (IAN), etil-indolacetato (ETIA) (Walker, 1970).

Es conocido que existen antagonismos entre el ABA y las giberelinas, pues bien, la concentración de ABA varía durante el período de reposo pero no llega a desaparecer cuando éste termina (Walker, 1970).

Parece ser que los factores externos del árbol, en especial los climáticos, influyen de manera notable sobre la fisiología de éste dictándole instrucciones. Cuando las cantidades de promotores son altas, los árboles son inducidos a crecer, mientras que si la predominancia es de inhibidores, se induce al descanso. Ha podido ser observado que al tener lugar el acortamiento de la longitud del día durante la estación de crecimiento, la cantidad de inhibidores producidos por las hojas y las yemas, se incrementan grandemente (Calderón, 1977).

También se ha logrado poner en evidencia la influencia de ciertas condiciones climáticas en el término o retraso de la salida del reposo de las yemas de frutales de hojas caducas. Por ejemplo, es bien conocido que las bajas temperaturas y la baja intensidad de luz durante el reposo pueden neutralizar el efecto del frío e interferir en la adaptación de frutales provenientes de regiones donde los inviernos son más nubosos y fríos.

Otros factores climáticos distintos a las temperaturas medias durante los meses invernales ejercen también una influencia sobre el final del reposo la alternancia de temperaturas diarias parece influir en

el término del reposo invernal contrarrestando el efecto frío, las largas oscilaciones aceleran el desborramiento, cuando las medias máximas de los meses de noviembre y diciembre son elevadas, se puede registrar un efecto neutralizante a la acción del frío. La nubosidad del verano y la estación seca del invierno incrementan la efectividad del frío al favorecer el término del reposo.

El sombreado favorece al término del reposo de las yemas. Se ha encontrado que el fotoperíodo tiene influencia en el reposo, pues los —días cortos adelantan la entrada al reposo en mandarina, naranjo, cí—lo, aguacate, manzano, níspero y durazno. (Nieto, 1974).

Cálculo de Horas Frío Para el Mpio. de Sabinas Hgo. N.L.

Con el objetivo de hacer más práctico el cálculo de las horas frío se tomará como ejemplo el Municipio de Sabinas Hgo. N.L.; específicamente, los datos de las estaciones meteorológicas de: Hda. de Mamulique y Garza Ayala, que poseen una altitud de 313 msnm y se encuentran en la Lat. Nte. $25^{\circ}30'$ y Long. W $100^{\circ}10'$; los datos que se obtuvieron de esta región son las temperaturas mínimas y máximas diarias, así como las temperaturas medias mensuales correspondientes a los meses de noviembre, diciembre, enero y febrero de los 10 años anteriores (1973-1983).

Para el cálculo de las horas frío de un lugar, pueden emplearse los siguientes métodos:

a).- Uso del termógrafo.- Consiste en hacer un conteo sobre la banda del termógrafo del número de horas que durante un día o una semana, la temperatura estuvo abajo de 7°C .

b).- Métodos que emplean correlaciones.-

1.- Método de F.S. Da Mota (Calderón, 1977; Muñoz S.M., 1967; Nieto, 1974; Ruck, 1975).

Se basa en un estudio de correlación entre la temperatura media mensual y el número de horas frío acumuladas mensualmente; se usa la fórmula siguiente:

$$\text{HF} = 485.1 - 28.52 X$$

en donde: HF= horas frío mensuales, X= temperatura media mensual.

Nota: Se usan los meses de noviembre, diciembre, enero y febrero.

CUADRO 1. Resultados del método de F.S. De Mota en los 10 períodos utilizados para Sabinas Hidalgo, N.L.

	P E R I O D O S									
	73-74	74-75	75-76	76-77	77-78	78-79	79-80	80-81	81-82	82-83
NOV	0	0	43	117	14	0	0	6	0	6
DIC	77	106	126	77	111	103	69	14	54	69
ENE	57	171	80	203	146	163	89	32	57	89
FEB	0	74	0	97	149	149	60	54	66	54
TOT.	134	351	249	494	420	415	218	106	177	218

2.- Método de Crossa-Raynaud (Calderón, 1977; Muñoz S.M., 1967; Nieto - 1974; Ruck, 1975).

Mediante su uso se calcula el número de horas frío diarias, por medio de la fórmula siguiente:

$$H_f = \frac{7-m}{M-m} \cdot 24 ; \text{ en donde: } H_f = \text{Horas frío diarias}$$

Se usan los meses de noviembre, diciembre, enero y febrero.

7 = °C tomados como umbral
M = Temp. máxima diaria
m = Temp. mínima diaria
24 = Horas del día (constante)

CUADRO 2. Resultados del método de Crossa-Raynaud en los 10 períodos utilizados para Sabinas Hidalgo, N.L.

	P E R I O D O S									
	73-74	74-75	75-76	76-77	77-78	78-79	79-80	80-81	81-82	82-83
NOV	19	46	101	138	8	0	8	64	0	79
DIC	120	122	180	130	82	120	61	22	38	71
ENE	124	216	80	234	131	196	81	41	138	40
FEB	68	55	52	75	105	78	85	41	54	0
TOT.	331	439	413	577	326	394	235	168	234	190

3.- Método de Sharpe (Calderón, 1977; Muñoz S.M., 1967; Nieto, 1974; Ruck, 1975).

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 una tabla preparada por el Dr. Sharpe, con base en las observaciones por él realizadas en Florida, E.U.; cuando el dato de temperatura media mensual no coincide con los de las tablas, pueden hacerse las correspondientes interpolaciones.

CUADRO 3. Resultados del método de Sharpe en los 10 períodos utilizados para Sabinas Hidalgo, N.L.

	P E R I O D O S									
	73-74	74-75	75-76	76-77	77-78	78-79	79-80	80-81	81-82	82-83
NOV	0	59	118	204	86	34	36	76	36	76
DIC	149	190	215	149	197	187	146	86	130	
ENE	134	274	311	315	241	263	169	95	134	169
FEB	67	152	38	180	244	187	137	130	1	130
TOT.	350	675	682	848	768	671	488	387	43	521

4.- Método de Weinberger (Calderón, 1977; Muñoz S.M., 1967; Nieto, 1974 Ruck, 1975).

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 encontrando con el dato de promedios de temperaturas medias de estos meses, se encuentra el número de horas frío acumuladas. Muñoz S.M., con base a la curva original, extrapoló e interpoló datos, logrando una tabla de correlación en las que están consideradas las horas de 0-1650, - escalonadas cada 50 horas de frío. 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. Tabla de valores anexa al trabajo.

CUADRO 4. Resultados del método Weinberger en los 10 períodos utilizados para Sabinas Hidalgo, N.L.

P E R I O D O S										
	73-74	74-75	75-76	76-77	77-78	78-79	79-80	80-81	81-82	82-83
DIC	14.3	13.3	12.6	14.3	13.1	13.4	14.6	16.5	15.1	14.6
ENE	15	11	14	9.9	11.9	11.3	13.9	15.9	15	13.9
TOT.	300	570	425	570	530	550	340	140	260	340

5.- Método de B. Bidabé (Muñoz S.M., 1967; Nieto, 1974; Ruck, 1975).

Se basa en la ley de Van't Arrhehenius sobre la acción exponencial de la temperatura en los procesos de crecimiento de las plantas. Según Flackinger, al aumentar la temperatura a 10°C , la velocidad de crecimiento de los botones florales del peral, se multiplica por un coeficiente Q_{10} de valor comprendido entre 2.5 y 2.8, Bidabé da al coeficiente Q_{10} un valor entre 2.5 y 3.5 para el manzano, y Tabuenca y Herrero (1966) dan valores comprendidos entre 2 y 4 para seis especies. Bidabé (1967), para evaluar la acción "frío" diariamente, utiliza la siguiente fórmula:

$$AF = Q_{10}^{\frac{-M}{10}} + Q_{10}^{\frac{-m}{10}}$$

en donde:

AF = Acción diaria frío

Q_{10} = Coeficiencia

M = Temp. máxima diaria

m = Temp. mínima diaria

Nota: Se usan los meses de noviembre, diciembre, enero y febrero.

Debido a que en la actualidad no se cuenta con un criterio amplio para la elección del coeficiente ya que no se son conocidas las especies que existen en la región del ejemplo, no se estimó el número de horas frío por éste método.

6.- Modelo matemático de Richardson, Saley y Walker (1974), Ruck (1975)

Muy recientemente surgió un nuevo criterio para medir, expresar y calcular los requerimientos del frío: las unidades frío. Debido a los insatisfactorios resultados de los métodos anteriores, desarrollaron un modelo matemático, en donde relacionan la temperatura para completar el descanso de dos cultivares de durazno. El modelo iguala la temperatura a las unidades de frío efectivo, así es posible predecir cuando el período de descanso puede ser o ha sido completado exactamente. El modelo fué basado sobre la acumulación de unidades frío, cuando las unidades frío son iguales a una hora de exposición a 6°C (43°F). Las unidades frío son menos que 1, cuando las temperaturas se elevan o caen por debajo del valor óptimo. La conversión de las temperaturas seleccionadas para unidades frío son dadas abajo:

<u>TEMPERATURA</u>	<u>UNIDADES FRIO</u>
1.4°C	0
1.5 a 2.4°C	0.5
2.5 a 9.1°C	1
9.2 a 12.4°C	0.5
12.5 a 15.9°C	0
16 a 18°C	-0.5
18°C	-1

Debido a que la conversión de los datos diarios de temperaturas, hora por hora, a unidades frío es un trabajo sumamente complicado y por no poseer los datos que se requirieran, no fué posible desarrollar éste método para ejemplo citado en Sabinas Hidalgo, N.L.

c).- Huerto fenológico (Muñoz S.M., 1967; Nieto, 1978).- Indiscutiblemente, la única forma de llegar a determinar con precisión la cantidad de frío con que cuenta un lugar dado, está impuesto por el estable-

cimiento de un huerto fenológico de observación que cuente con una serie de especies y variedades de requerimientos conocidos, y con un rango de necesidades de frío lo suficientemente amplio, preferentemente es calorado cada 50 horas, y en donde el número de horas frío con que cuenta el lugar, y mas o menos centralizadas.

Estos huertos fenológicos sirven de testigos para comparar los diferentes métodos existentes de cálculo de horas frío.

CUADRO 5. Resultados de la determinación de horas frío por los diferentes métodos que se manejaron.

PROMEDIO	METODO DE F.S.DA MOTA	METODO DE CROSSA-RAYNAUD	METODO DE SHARPE	METODO DE WEINBERGER	PRO-MEDIOS
1973-74 NOV.	0	19	0		
DIC.	77	120	149	300	
ENE.	57	124	134		
FEB.	0	68	67		
TOTAL DE HS. FRIO	134	331	350	300	279
1974-75 NOV.	0	46	59		
DIC.	106	122	190	570	
ENE.	171	216	274		
FEB.	74	55	152		
TOTAL DE HS. FRIO	351	439	675	570	509
1975-76 NOV.	43	101	118		
DIC.	126	180	215	425	
ENE.	80	80	311		
FEB.	0	52	38		
TOTAL DE HS. FRIO	249	413	682	425	442
1976-77 NOV.	117	138	204		
DIC.	77	130	149	570	
ENE.	203	234	315		
FEB.	97	75	180		
TOTAL DE HS. FRIO	494	577	848	570	622

CUADRO 5. (continuación)

PROMEDIO	METODO DE F.S.DA MOTA	METODO DE CROSSA-RAYNAUD	METODO DE SHARPE	METODO DE WEINBERGER	PRO- MEDIOS
1977-78 NOV.	14	8	86		
DIC.	111	83	197	530	
ENE.	146	131	241		
FEB.	149	105	244		
TOTAL DE HS. FRIO	420	326	768	530	511
1978-79 NOV.	0	0	34		
DIC.	103	120	187	550	
ENE.	163	196	263		
FEB.	149	78	187		
TOTAL DE HS. FRIO	415	394	671	550	508
1979-80 NOV.	0	8	36		
DIC.	69	61	146	340	
ENE.	89	81	169		
FEB.	60	85	137		
TOTAL DE HS. FRIO	218	235	488	340	320
1980-81 NOV.	6	64	76		
DIC.	14	22	86	140	
ENE.	32	41	95		
FEB.	54	41	130		
TOTAL DE HS. FRIO	106	168	387	140	200
1981-82 NOV.	0	0	36		
DIC.	54	38	130	260	
ENE.	57	138	134		
FEB.	66	54	143		
TOTAL DE HS. FRIO	177	230	443	260	277
1982-83 NOV.	6	79	76		
DIC.	69	71	146	340	
ENE.	89	40	169		
FEB.	54	0	130		

CUADRO 5. (continuación)

PROMEDIO	METODO DE F.S.DA MOTA	METODO DE CROSSA-RAYNAUD	METODO DE SHARPE	METODO DE WEINBERGER	PRO- MEDIOS
TOTAL DE HS. FRIO	218	190	521	340	317
PROMEDIOS	278	330	583	402	⁺ 398

⁺ promedio de períodos y de métodos.

Efectos de la Insuficiencia de Frío

Invernal y sus Posibles Soluciones.

En México, Boynton (1970) hizo observaciones en diversas plantas—
ciones principalmente de manzano, y reportó las siguientes anomalías—
des en las localidades que siguen: foliaciones retardadas en plantacio—
nes de Toluca, Atlacomulco, y cerca de Saltillo; síntomas muy marcados
de retraso de foliación en los cultivares Red delicious y Golden deli—
cious, en huertas de Puebla; floración prolongada y retraso de folia—
ción de plantaciones en Amecameca y Zumpango; síntomas de foliación re—
trasada en ciruelo, cultivar Yellow, plantado en Jalapa, Veracruz; en —
México las plantaciones de introducción de olivo resultaron improducti—
vas, por falta de frío invernal (Nieto, 1974).

Samish (1954), resume en tres los efectos principales de la insufi—
ciencia de frío invernal: retraso de la apertura de yemas, irregularida—
des en la brotación y caída de yemas. El retraso de apertura de yemas —
puede ser positivo cuando disminuye el riesgo de las heladas primavera—
les, pero puede ser también perjudicial cuando disminuye la fecundación
al modificar la época de floración de la variedad polinizadora (Chand—
ler y Brown, 1951). El retraso de la apertura de yemas puede acompañar—
se de un retraso en la maduración del fruto (Black, 1953). Los retardos
considerables de la floración pueden causar una disminución de la cose—

cha y decaimiento de los árboles (Bowen, 1971). Las irregularidades de brotación y del crecimiento repercuten en una mala producción, la falta de frío invernal produce aborto del estilo y mal desarrollo del polen, se producen también flores de tamaño reducido, deformes, con poco polen e incapaces de transformarse en frutos normales. Pueden encontrarse a la vez en el mismo árbol yemas de flor y madera sin abrir, flores abiertas, frutos formados, hojas y brotes (Tabuenca, 1965). La caída de yemas puede ser o no causada por falta de frío invernal (Samish, 1954). Las temperaturas máximas al final de septiembre y fines de octubre y desde el fin de diciembre al final de enero, están correlacionadas con la caída de las yemas. Alta humedad y alta temperatura durante el reposo fomentan la caída de yemas, los días relativamente cálidos seguidos de días fríos, en invierno agravan esta caída (Nieto, 1974). Uno de los factores limitantes del cultivo de chabacano en California, es la caída de yemas ocasionada por los inviernos demasiado suaves (Beviglieri, 1954, citado por Nieto, 1974).

Ha sido observado que en muchos casos, árboles jóvenes (arriba de los tres años de edad), requieren considerablemente más frío para romper la dormancia, que en los árboles viejos. Se sostiene que generalmente, la influencia al descanso es principalmente localizada en las yemas (y que cada una de las yemas ejercen de manera individual), pero alguna translocación de la influencia ha sido verificada. Los síntomas de fríos inadecuados, varía de acuerdo a las especies de árboles frutales pero en general ello consiste en la muerte de las yemas florales iniciales y desprendimiento de las flores antes que se abran (esto es especialmente característico en frutos de hueso). Las flores que se desarrollan pueden fallar en la producción de los frutos, y en los casos donde

desarrollan, los frutos pueden ser de poco tamaño, debido al inadecuado desarrollo de la hoja. Las yemas terminales de los brotes frecuentemente abren antes que las laterales, los cuales producen una fuerte dominancia apical que impide el desarrollo lateral, y largos brotes desnudos pueden ser producidos. Generalmente, desarrollan suficientes yemas foliares, manteniendo el árbol vivo, pero debido a la pequeña área foliar, hay grandes peligros de escaldaduras en las ramificaciones por la exposición al sol. En casos severos, los brotes permanecen durmientes y lo anterior muere. En general, al parecer las yemas florales tienden a ser de requerimientos de frío mas bajos que las yemas foliares (Ruck, - 1975).

Métodos para resolver el problema de las deficiencias de frío.

Se puede atacar el problema de la deficiencia de frío de varias maneras o empleando métodos de diversos tipos, cada uno de los cuales aporta una parte de una solución que debe ser total, por ello se entiende que para la obtención de un éxito completo o suficiente, deben emplearse de manera simultánea, todos los procedimientos que contribuyen a la resolución con sus efectos acumulativos respectivos. Puede considerarse que, en general, los métodos para contrarrestar el efecto desfavorable de las deficiencias de frío son:

1.- Método de cultivo:

a).- Encalado, total de árboles.- Se ha visto que la gran radiación solar, provocada por la ausencia de nubosidad, contribuye de manera importante a contrarrestar el efecto del frío producido, ya que las yemas de los árboles, al recibir durante el día directamente los rayos solares, se calientan, siendo entonces motivo de oscilaciones de temperatura.

En lugares de inviernos frecuentemente nublados, aún obteniéndose las mismas temperaturas para el conteo de horas frío, estas tienen un efecto mayor, por lo que el sombreado que las nubes producen es benéfico.

De manera práctica pueden efectuarse aspersiones a toda la parte aérea del árbol, de agua con cal, de manera que éste quede totalmente blanco.

b).- Suspensión temprana de riego.- La suspensión temprana de riego, una vez realizada la cosecha, es un factor que determina una rápida entrada al letargo, por lo tanto, una más pronta salida de él y una floración mas precoz.

c).- Evitar la tardía fertilización nitrogenada.- Este tipo de fertilización tiene efectos semejantes al riego en la continuación del período de crecimiento.

d).- Poda.- La poda de despunte rompe el fenómeno de dominancia apical con lo cual se favorece la brotación de yemas laterales que se encontraban parcialmente inhibidas por las terminales en ramas de posición vertical.

La poda ha sido siempre considerada como de efecto estimulante para la brotación, y de ser, en cierta forma, complementadora de las horas frío, lo cual es totalmente cierto.

e).- Arqueado de ramas.- Este procedimiento, tiene un efecto estimulador de las yemas laterales, que normalmente quedarían inhibidas, — síntoma clásico de la deficiencia de frío.

f).- Aspersión de agua.- Cuando la temperatura tiende a elevarse mucho, en inviernos muy soleados, las aspersiones de agua al follaje, que mojen las yemas, constituyen un excelente método para evitar el factor contrarrestante y negativo de la elevación diurna de la temperatura

de ellas.

En las yemas mojadas se conseguirá descender la temperatura y mantenerla bastante fresca, debido a la evaporación del agua, acción muy similar a la que produce la lluvia, normalmente, en regiones de gran aptitud para la fruticultura de caducifolios.

g).- Defoliación.- En aquellas ocasiones en que las temperaturas templadas del otoño hayan propiciado un crecimiento de las yemas terminales, e impedido una completa caída de hojas, hay necesidad de hacer entrar los árboles en reposo, para que así mismo salgan antes de él, y de manera homogénea.

h).- Riegos ligeros durante el invierno.- Es práctica común dejar de regar desde antes de la caída de las hojas, y no hacerlo hasta la primavera. Si lo primero es bueno para que el árbol entre rápidamente al reposo, la falta de agua en forma aguda es dañina para el sistema radical del árbol, e interfiere con la correcta brotación de las yemas.

i).- Corrección de la deficiencia de zinc.- La deficiencia de zinc tiene efecto negativo en la brotación. Se ha constado su desfavorable acción al impedir la apertura inicial de las yemas en la parte de la copa.

j).- Empleo de patrones de bajas necesidades de frío.- Este método se estima como una de las prácticas de cultivo de mayor importancia, — que mejores resultados puede proporcionar, y en forma por demás sencilla y económica. Ya antes fué explicado el efecto benéfico que causa el uso de patrones de escasos requerimientos.

2.- Métodos químicos:

Weinberger menciona que el dinitroortocresol es muy efectivo para — terminar el reposo invernal, si se aplica poco antes del desborre y le

atribuye un efecto de 200 a 300 horas. Las aplicaciones muy tempranas, por ejemplo en enero, pueden provocar una apertura escasa de yemas, incluso la de los árboles testigos es mayor. Los tratamientos con aceites tienen el efecto de producir condiciones anaerobias y en algunos casos conviene agregar al aceite sustancias fenólicas, que tienen un efecto suplementario al influir sobre la respiración (Samish, 1954).

Erez, trabajando con manzano variedad Golden delicious en Videira, Brasil, probó tratamientos combinados de los cuatro productos comerciales que mostraban acción definida como compensadores de frío; aceite pa rafínico, DNOC, tiourea, y nitrato de potasio, obteniendo resultados magníficos en cuanto a apertura de yemas laterales, las más difíciles de estimular y que generalmente permanecen dormidas, en las que llegó a tener más del 74% de brotación, lo que equivale prácticamente a la normalidad.

Es necesaria la realización de trabajos de investigación semejantes, con la combinación de muchos agentes compensadores en otras especies frutales, principalmente de hueso, en las cuales hasta ahora, no se ha reportado un éxito parecido. En general se ha considerado que los tratamientos deben ser aplicados bastante tarde, una vez que los árboles hayan sufrido al máximo el posible frío que se presenta en la región y que se encuentran próximos a efectuar la brotación (Calderón, 1977).

Samish mostró la importancia de la época adecuada y señaló que los tratamientos tempranos tienen el efecto de provocar un estímulo demasiado pronto y forzado para la apertura de las yemas, mientras que los tardíos tienen un efecto normalizador e incrementan el número de yemas que abren.

Hay estricta necesidad de efectuar pruebas sobre época de aplicación en cada región en particular, ya que en su determinación influirá notablemente el tipo de planta que se tenga y una serie de factores ecológicos propios (Nieto, 1974).

3.- Métodos de mejoramiento genético.

A pesar de la existencia de todos los métodos citados de efectos compensadores de frío, se piensa con mucha razón, que ninguno de ellos puede ofrecer, en definitiva, tan buenos resultados como los que pudiera proporcionar un adecuado programa de hibridaciones y de selecciones, que llegara a tener material genético, clones de diferentes especies caducifolias que poseyeran buenas características comerciales y a la vez tuvieran muy escasas necesidades de frío invernal.

El comportamiento de éste nuevo material estaría acorde a las condiciones ambientales que privan en las regiones subtropicales, por lo que no habría necesidad de requerir a tratamientos de ninguna naturaleza, con lo que el cultivo sería más fácil, normal, y menos costoso (Calderón, 1977).

CONCLUSIONES

Es de suma importancia la precisa determinación del número de horas frío con que cuenta un lugar en el que se pretende plantar árboles frutales caducifolios, y en base a éste definir una correcta elección del cultivar, que en función a sus necesidades de frío sea el adecuado.

Para la determinación del número de horas frío de una región, es necesario contar con un huerto fenológico para observar el comportamiento de cultivares con diferentes requerimientos de frío, con el objeto de que sea más precisa la determinación.

Países como México, en donde la mayor parte de las zonas frutícolas cuentan con inviernos sumamente irregulares y también grandes diferencias entre las temperaturas máximas y mínimas diarias, que contrarrestan parte del frío ya acumulado, se concluye que es necesario abrir programas de mejoramiento, en donde se busquen cultivares de menores requerimientos, y que se apliquen todos los medios con que se cuenta, para vencer este problema al que se enfrentan los frutales caducifolios.

En la actualidad no se cuenta con un método confiable para la determinación del número de horas frío. Sin embargo, se habla acerca de la precisión del modelo matemático de Richardson, que para llevarlo a cabo es necesario contar con más cantidad de datos que los otros métodos descritos, y junto a todo lo anterior expuesto en este método más que en ninguno, se requiere de un huerto fenológico relacionado a las variedades que se desean implantar, y esto hace más complicada aún la aplicación de este método.

Por todo esto, sería ideal elegir un método práctico en donde los datos que se necesiten, estén al alcance de todos. Para esto, y en base

a los estudios realizados por Muñoz Santa María, quien recomienda el mé todo de Da Mota, debido a que ha sido utilizado en nuestro país para — las variedades y cultivares existentes; mediante dicho método se deter— minaron 280 a 340 horas frío en Sabinas Hidalgo, Nuevo León. Cabe men— cionar que ninguno de los métodos utilizados rebasó la cantidad de ho— ras frío obtenidas por el método recomendado, todo esto aunado a que — fueron utilizados 10 períodos invernales, hace mas confiable dicho re— sultado.

Se requiere de un trabajo complementario a éste, en donde se estu— die el comportamiento de las variedades que se explotan en relación al número de horas frío obtenidas en diferentes períodos, para saber con — exactitud las variedades más indicadas a ésta región.

APENDICE I
NECESIDADES DE FRIO INVERNAL PARA ROMPER EL PERIODO DE
REPOSO DE YEMAS FLORALES DE ALGUNOS ARBOLES FRUTALES
CADUCIFOLIOS.
ESPECIES EN GENERAL

ESPECIE	HORAS A MENOS DE 7°C
Almendro	100 - 700
Cerezo ácido	1200 -
Cerezo dulce	1100 - 1300
Ciruelo europeo	600 - 1000
Ciruelo japonés	200 - 750
Chabacano	60 - 1600
Durazno	50 - 1200
Durazno (Florida, E.U.)	200 - 400
Durazno (Aguascalientes)	350 - 450
Higo	200 -
Manzano	300 - 1500
Nogal de Castilla (N. de California)	11000 - 1500
Nogal de Castilla (S. de California)	700 -
Nogal de Castilla (Amecameca, Méx.)	600 - 750
Nogal Encarcelado	0 - 500
Peral	600 - 1500
Persimonio	200 - 300
Vid	300 - 500

Nieto M.E. (1974)

APENDICE II
TABLA DE HORAS FRIO

$\frac{\bar{D} + \bar{E}}{2}$	HORAS FRIO	$\frac{\bar{D} + \bar{E}}{2}$	HORAS FRIO	$\frac{\bar{D} + \bar{E}}{2}$	HORAS FRIO	$\frac{\bar{D} + \bar{E}}{2}$	HORAS FRIO
17.8	5	14.9	280	11.9	534	8.9	964
17.7	14	14.8	290	11.8	605	8.8	978
17.6	23	14.7	300	11.7	616	8.7	992
17.5	32	14.6	310	11.6	627	8.6	1016
17.4	41	14.5	320	11.5	638	8.5	1020
17.3	50	14.4	330	11.4	650	8.4	1034
17.2	59	14.3	340	11.3	662	8.3	1050
17.1	68	14.2	350	11.2	674	8.2	1064
17.0	77	14.1	360	11.1	686	8.1	1078
16.9	86	14.0	370	11.0	698	8.0	1092
16.8	95	13.9	380	10.9	710	7.9	1106
16.7	104	13.8	390	10.8	722	7.8	1120
16.6	113	13.7	400	10.7	734	7.7	1134
16.5	122	13.6	410	10.6	750	7.6	1150
16.4	131	13.5	420	10.5	762	7.5	1164
16.3	140	13.4	430	10.4	774	7.4	1178
16.2	150	13.3	440	10.3	786	7.3	1192
16.1	160	13.2	450	10.2	798	7.2	1206
16.0	170	13.1	460	10.1	810	7.1	1220
15.9	180	13.0	472	10.0	822	7.0	1234
15.8	190	12.9	483	9.9	834	6.9	1250
15.7	200	12.8	494	9.8	850	6.8	1067
15.6	210	12.7	505	9.7	862	6.7	1283
15.5	220	12.6	516	9.6	874	6.6	1300
15.4	230	12.5	527	9.5	886	6.5	1317
15.3	240	12.4	538	9.4	898	6.4	1334
15.2	250	12.3	550	9.3	910	6.3	1350
15.1	260	12.2	561	9.2	922	6.2	1367
15.0	270	12.1	572	9.1	934	6.1	1384
		12.0	583	9.0	950	6.0	1401

Aproximación hecha basados en el método Weinberger, (1956):

\bar{D} = Temp. media del mes de diciembre. \bar{E} = Temp. media del mes de enero.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Black, M.W. 1953. The problem of prolonged rest in deciduous fruit trees Rept, 13th., Intern. Hort. Congr., 1122 - 31.
- 2.- Bowen, H.H. 1971. Breeding peaches for warm climates; Hort Science 6(2), 153 - 7.
- 3.- Boynton, D. 1970. La temperatura como factor limitante en el cultivo del manzano en la América tropical, Revista Interamericana de Ciencias Agrícolas, 10 (1); 17 -27.
- 4.- Calderón, A.E. 1977. Fruticultura General ECA; 1a. Edición, México. pp 212 - 71.
- 5.- Carvalho, C.F. 1971. Posibilidades olivareras del territorio de --- B.C. Primer Cong. Nal. de Fruticultura, SAG. México. pp 5-8.
- 6.- Chandler, W.A. y D.S. Brown, 1951. Deciduous in California winter; California Agr. Ext. Serv. Circ. 179, pp 38.
- 7.- De la Torre, P. 1982. Niveles de giberelinas en yemas florales de manzano con diferente número de horas frío recibidas; Tesis profesional UNAM, Facultad de Química; pp 66 - 35.
- 8.- Erez, A. y S. Lavee. 1969. Prunin identification biological activity and quantitative change in comparison to naringenin in --- dormant peach; Plant Physiol. 44; 342-346.
- 9.- Garza, G.R. 1972. Descripción e importancia del descanso y el letargo en árboles frutales caducifolios; Colegio de Postgraduados E.N.A. Chapingo. México; pp 7 - 29.
- 10.- Kawase, M. 1966. Growth inhibiting substance and dormancy in woody plants. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. Vd. 89; 752 - 7.

- 11.- Muñoz S.M.G. 1969. Evaluación de fórmulas para el cálculo de horas frío en algunas zonas frutícolas de México. Proc. Trop. -- Reg. Amer. Soc. Hort. Sci. 13; 345 - 66.
- 12.- Nieto, Márquez, 1974. Factores climáticos limitantes de los frutales caducifolios en la región central de México; Estación Experimental de Aula Dei, Zaragoza, España; pp 6 - 39.
- 13.- Nieto, M.E. 1978. Agroclimatología; Fruticultura mexicana, Boletín técnico informativo, CONAFRUT, Julio; pp 1 - 2.
- 14.- Nieto, M.E. 1978. Fenología, Fruticultura mexicana, Boletín técnico informativo, CONAFRUT, Agosto; 10 - 11.
- 15.- Nieto, M.E. 1978. El reposo invernal de los frutales de hoja caduca, Fruticultura mexicana, Boletín técnico informativo, -- CONAFRUT, Noviembre; pp 10 - 11.
- 16.- Ruck, H.C. 1975. Deciduous fruit trees cultivars for tropical and subtropical regions; Commonwealth Agricultural Bureau, -- England; pp 1 - 82.
- 17.- Samish, R.M. 1954. Dormancy in woody plants; Ann. Rev. plant Physiology; 18; 183 - 294.
- 18.- Sharpe, R.H. y W.B. Sherman. 1971. Breeding Blueberries for low -- chilling requirement: Hort Science 6 (2).
- 19.- Sherman, W.B. y R.H. Sharpe. 1971. Breeding Rubus for warm climates. Hort. Science. 6(2); 147 - 149.
- 20.- Tabuenca, M.C. 1971. Influencia del patrón en la época de salida -- del reposo invernal. Estación Experimental. Aula Dei; Zaragoza, España; pp 99 - 192.
- 21.- Tabuenca, M.C. 1965. Influencia del clima en plantaciones frutales Estación Experimental de Aula Dei; Zaragoza, España 51-7.

- 22.- Vardanija, K.H. 1969. The effect of photoperiodism on the onset of the dormant period in some cultivated plants. In Hort - Abstr. 39 (2) 1974.
- 23.- Weinberger, J.H. 1956. Prolonged dormancy trouble in peaches in -- the southeast in relation to winter temperature, Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 67: 107 - 12.

