

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**DETERMINACIÓN DE HORAS FRÍO Y SU USO EN FRUTALES EN
LA COMARCA LAGUNERA**

POR

TOMAS GARCIA ACEVEDO

TESIS

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER
EL TÍTULO DE:**

INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN

TORREÓN, COAH.MÉXICO

DICIEMBRE DEL 2013



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

**UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

**DETERMINACIÓN DE HORAS FRÍO Y SU USO EN FRUTALES EN
COMARCA LAGUNERA.**

**POR:
TOMAS GARCÍA ACEVEDO**

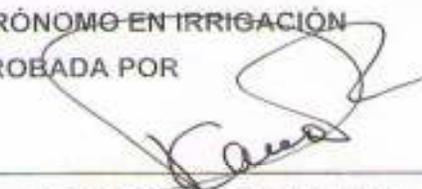
TESIS

**QUE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ ASESOR, COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN

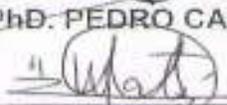
APROBADA POR

ASESOR PRINCIPAL:



PhD. PEDRO CANO RÍOS

ASESOR



M.E VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

ASESOR



M.C. J. ISABEL MÁRQUEZ MENDOZA

ASESOR



M.C. J. GUADALUPE GONZÁLEZ-QUIRINO



DR. FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ RAMOS
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**Coordinación de la División de
Carreras Agronómicas**

TORREÓN, COAH. MEXICO

DICIEMBRE DEL 2013

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

**DETERMINACIÓN DE HORAS FRÍO Y SU USO EN FRUTALES EN
COMARCA LAGUNERA.**

TESIS DEL C. TOMAS GARCÍA ACEVEDO QUE SE SOMETE A LA
CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR COMO REQUISITO
PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN

APROBADA POR
PRESIDENTE

PRESIDENTE:

PHD. PEDRO CANO RÍOS

VOCAL:

M.E VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

VOCAL:

M.C. J. ISABEL MARQUEZ MENDOZA

VOCAL:

M.C. JOSÉ GUADALUPE GONZÁLEZ QUIRINO

DR. FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ RAMOS

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



División de la División de
Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAH. MEXICO

DICIEMBRE DEL 2013

DEDICATORIA

A Dios:

Mi amigo más fiel, que nunca me abandona aun cuando el sendero es muy angosto. Por permitirme llegar hasta este instante de mi vida y atender que todo esfuerzo culmina en un acto de felicidad.

A mis padres:

Sr. Agustino García Zarate y Sra. Aurelia Acevedo Pérez. Con todo el amor y respeto que les tengo y les seguiré teniendo, ya que estoy sumamente agradecido por todos sus esfuerzos que han hecho por toda la familia y el gran ejemplo que son para mí, por ser tan trabajadores, responsables, pero sobre todo por ser tan comprensivos y nobles, por haberme criado de la mejor forma para así poder ser hombre de bien, gracias por ser mis padres.

A mis hermanos:

Araceli, Rogelio, Lucio, Isidro, Felipe, Carlos y Nancy. Por qué han estado conmigo en cada momento de mi vida brindándome cariño, confianza, comprensión y amor. Ya que son una de mis inspiraciones más importantes para salir adelante, por todo esto les dedico este trabajo.

A todos mis amigos

Pasados y presentes; pasados por ayudarme a crecer y madurar como persona y presentes por estar siempre conmigo apoyándome en todas las circunstancias posibles, también son parte de esta alegría.

German, Francisco, Francisco Javier, Enrique, Juan Luis, Raymundo, José Manuel, Olivio, Reynaú, Erika, Yesenia, Lucina, gracias por su amistad que me han brindado y por estar conmigo en momentos difíciles y felices de mi vida.

AGRADECIMIENTOS

A Dios. doy gracias por haberme dado la vida junto a mi familia maravillosa, por conservar a todos mis seres queridos y a mí con buena salud, por permitirme terminar un ciclo más de mi vida y darme fuerza para salir adelante.

A mis queridos padres: por estar conmigo en cada etapa de mi vida, su apoyo moral, espiritual y económico que me brindaron, sobre todo cuando me ausente de casa, por todos los sacrificios y esfuerzos que hacen para que pueda estar bien, por esto y mucho más gracias.

A la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” mi Alma Terra Mater por abrirme las puertas, cobijarme en su seno y permitirme prepararme como ser humano y profesional, brindándome las bases para salir y enfrentarme al mundo, resolviendo los problemas que se me presenten en mi vida cotidiana y laboral por todo esto mis más sinceros agradecimientos. Al departamento de Riego y Drenaje, profesores y personas que laboran en el mismo, del cual me siento orgulloso ser egresado.

Al Dr. Pedro Cano Ríos Por su valioso apoyo, por el tiempo y esfuerzo que dedicó en la realización de esta investigación. También por sus buenos consejos, su gran empujé, y sus sonrisas que solo decían: “Adelante” Gracias.

Al M.C. j. Guadalupe González Quirino por su apoyo incondicional en la elaboración de mi tesis y amistad que tuvo con nosotros en cada momento de nuestra formación profesional.

A todas aquellas personas como Alumnos, Docentes y Administrativos que colaboraron con este trabajo siendo parte de la muestra tomada al azar. Por permitir tomarles las medidas necesarias para esta investigación. ¡Gracias!

**“DE TODAS LAS ACTIVIDADES DEL HOMBRE NO HAY OTRA MAS NOBLE
QUE LA AGRICULTURA.”**

Marco Tulio Cicerón

**“LA AGRICULTURA ES EL ARTE QUE ENSEÑA VIRTUD AL HOMBRE Y LA
BASE DE LA OPULENCIA DE TODAS LAS NACIONES.”**

Gaspar Melchor De Jovellanos

DEDICATORIAS	IV
AGRADECIMIENTOS	V
RESUMEN	IX
INTRODUCCION	10
OBJETIVOS	1
Específico	2
Hipótesis.....	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. Frutales de hoja caduca	3
2.2. Descripción de árboles frutales	5
2.3. Fenómeno de reposo	6
2.4. El periodo del reposo.....	6
2.5. Letargo	9
2.5.1. Ecodormancia o quiescencia	9
2.5.2. Paradormancia o inhibición correlativa.....	9
2.5.3. Endodormancia o reposo	9
2.6. Fisiología del reposo	9
2.7. El rompimiento del reposo.....	12
2.8. Requerimientos de frío	14
2.9. Sintomatología por falta de frío.....	16
2.10. horas frío	17
2.11. Cálculos de horas frío.....	20
2.12. Compensadores de frío	21
2.12.1. Reguladores químicos.....	21
2.12.2. Reguladores culturales.....	23

III. MATERIALES Y METODOS	24
3.1. Ubicación Geográfica de la Comarca Lagunera	24
3.2. Localización del área de estudio	24
3.3. Métodos.....	24
3.4. Obtención del modelo de regresión.....	25
3.5. Unidades frío (F.S Da Mota).....	25
IV. RESULTADO Y DISCUSIÓN	27
4.1. Requerimientos de horas frío de frutales.....	27
4.2. Requerimiento de algunos cultivares y selecciones de durazno	28
4.3. Requerimiento de algunos cultivares y selecciones de manzano	28
4.4. Requerimiento de algunos cultivares y selecciones de nogal.....	29
4.5. Requerimiento de algunos cultivares y selecciones de vid	29
V. CONCLUSIONES	34
VI. LITERATURA CITADA	35-38

RESUMEN

Este trabajo se realizó con el objetivo central de generar un modelo para estimar la cantidad de horas frío acumulado en un sitio determinado, con base en su altura sobre el nivel del mar. Dicho modelo es necesario para guiar la promoción de la fruticultura de especies caducifolias en regiones que presentan una marcada variabilidad climática y no cuentan con una red suficientemente densa de estaciones meteorológicas, como es el caso de la región sur de Francisco I. Madero, ya que de otra manera es necesario establecer huertos fenológicos para observar el desarrollo de las especies, o bien estaciones meteorológicas para iniciar el registro de información, lo cual resulta lento y costoso. Para la región de estudio, se generó un modelo de regresión lineal entre las horas frío, determinado por el método de Da Mota. Los resultados indican que existe una elevada correlación entre las estimaciones de horas frío, definidas a partir de la temperatura invernal registrada en los sitios de las estaciones y la altitud de las mismas, por lo que se concluyó que es posible tener una estimación de la cantidad de horas frío acumuladas en un lugar, a partir de los datos del sitio, mediante los modelos empíricos de regresión obtenidos en este trabajo.

Palabras clave: especies, caducifolios, fenologías, temperaturas, estimaciones, frío

I. INTRODUCCIÓN.

La fruticultura en nuestro país se desarrolla en áreas tropicales, subtropicales y templados a frías, en donde se cultivan una diversidad de especies nativas o introducidas. Actualmente existen cerca de un millón de hectáreas con frutales, de los 78 % que son de tipo tropical y subtropical y el resto es de tipo templado.

Los arboles frutales de hoja caduca responden de diversas maneras a los cambios estacionales, estos cambios inducen respuestas fisiológicas, permitiéndoles sobrevivir durante la estación determinada y preparándose para la siguiente.

Al comienzo del otoño, los arboles caducifolios comienzan a detener su crecimiento, tiran sus hojas, y se preparan para resistir al frío del invierno. Con el comportamiento de los días se producen inhibidores del crecimiento de las hojas, las cuales se acumulan en las yemas antiguas y nuevas, evitando la brotación y crecimiento de estas. Por otro lado, los crecimientos vegetativos también detienen su desarrollo afectados por las altas concentraciones de inhibidores.

Se sabe que los frutales de hoja caduca requieren una gran cantidad de frío según la variedad, para romper el periodo de reposo y tener una floración, foliación, fructificación de desarrollo vegetativo normal. En los países subtropicales como México, la mayor parte de nuestras zonas frutícolas cuentan con un invierno sumamente irregular, debido principalmente a las grandes diferencias entre la temperatura máxima y mínima diaria, que frecuentemente alcanza valores de 30-35 °C y también debido a las altas temperaturas máximas y fuerte insolación que se presentan en pleno invierno parece contrarrestar parte del frío ya acumulado. Por ello, esta revisión se realizó con el fin de presentar información actual y generalizado sobre el reposo invernal, su fisiología, características y regulación a través del manejo de los árboles.

1.1 OBJETIVOS.

Determinación de horas frío en la estación de San Pedro, Francisco I. Madero, Parras el alto, parras empacador de melón y Matamoros

1.2 HIPÓTESIS

No existe diferencia significativa de unidades frío en las diferentes regiones.

II. REVISIÓN DE LITERATURA.

2.1 Frutales de hoja caduca

Los frutales de hoja caduca, regularmente se conocen como deciduos o caducifolios, propios de regiones frías y templadas, el periodo de dormancia que inicia al final del verano o principio del otoño, manifestándose externamente por la pérdida del follaje (Devlin, 1982). Cuando ocurre la caída de las hojas, las yemas ya están en un estado de profunda dormancia del que no salen hasta que experimentan suficiente cantidad de frío invernal. La acción del frío es acumulativa y la salida del estado de dormancia se produce después de haberse superado un cierto tiempo de exposición al frío (Urbano, 2003). Para esto se determina que 7°C es la temperatura límite superior con acción favorable de enfriamiento, designándose como horas-frío (Ortiz-Solorio, 1987). Las horas-frío se definen como el número de horas que pasa la planta, durante el periodo de reposo invernal, a temperatura igual o inferior a un umbral, siendo frecuente que esta temperatura se fije en 7°C (Melgarejo, 2000; Calderón).

La cantidad específica de horas que requiere una determinada especie por debajo de los 7°C para salir de la dormancia se le denomina como requerimientos de frío, los cuales son propios de cada variedad frutal más que de una especie (Gil-Albert, 1992; Reyna, 1981).

La temperatura ambiente tiene notable influencia sobre muchos de los procesos fisiológicos relacionados con el crecimiento y desarrollo de los arboles frutales. Procesos como la solubilidad de diversos compuestos del suelo, absorción de agua, nutrientes y gases por la planta y los procesos de difusión de sustancias dentro de la misma dependen de cierta medida de la temperatura (Ortiz, 1987)

La temperatura afecta los mecanismos hormonales involucrados en la germinación, floración y fructificación de los frutales (Encarnación et al., 2003). En algunas especies la temperatura relativa alta es necesaria previamente a la floración, mientras que en otras, la baja temperatura estimula el proceso de brotación de yemas florales. Especies como el duraznero que requiere de cierto

número de horas con temperatura debajo de los 7 °C para completar su ciclo de desarrollo y producir flores así como frutos en la estación siguiente (Erez, 1996), por lo que a este tipo de plantas se les identifica como frutales termocíclicas o crisófilos.

Al ser la temperatura un elemento con variación cíclica, anual, diario, etc., el estudio de la variación puede ser realizado con base en periodos determinados de tiempo o termoperíodos (Romo y Arteaga, 1989). Según estos autores, todo termoperíodo presenta dos termofases bien definidas: una positiva, más cálida y otra negativa, más fría.

Sin embargo, el efecto no es parejo entre las temperaturas menores y superiores a 7° Celsius. (Razeto, 1993). Adicionalmente la temperatura más efectiva se encuentra entre los 3 °C y 9 °C, la medianamente efectiva entre 1 y 3 °C y entre 9 a 12 °C. La temperatura bajo 1 °C no se contabiliza, al igual que la temperatura mayor a 12 °C.

En el mismo sentido, Rozeto (1993) indica la siguiente escala:

- Temperatura entre 16 a 19 °C, descuenta un 50% de los valores (horas frío acumuladas)
- Temperatura mayor a 19 °C descuenta el 100%

La temperatura menor a 0 °C no satisface las necesidades de frío de los frutales. Además (Westwood 1982), señala que se requieren más horas frío cuando se alternan periodos más templados. Estos periodos templados invertirían el efecto del frío.

La medición de estas horas frío, se pueden realizar mediante el uso de bandas de termógrafos (contando las horas bajo 7° C hasta 0° C), correlaciones y fórmulas matemáticas, como las definidas por Da Mota para la temperatura media mensual (Gil-Albert, 1992).

Se define el concepto de unidades frío, debido a que en frutales de Peral se obtuvo distinta temperatura el efecto es diferente y la alternancia de temperatura afecta esta acumulación. Richardson et al (1974) definen como una unidad frío igual a 1 hora de exposición a 6 °C. La contribución de frío será menor a temperatura bajo o cerca del valor óptimo, en el caso de temperatura cercana a 15 °C la contribución es negativa y a temperatura inferior a 0 °C no existe acumulación.

El “método de Da Mota” nos permite calcular las horas frío de una determinada región y solo se requiere de la adquisición de un termómetro que permita registrar la temperatura máxima y mínima de cada día durante los meses de noviembre, diciembre, enero y febrero y calcular la temperatura media mensual (Campos)

2.2 Descripción de arboles frutales

Los árboles frutales de hoja caduca responden de diversas maneras a los cambios estacionales, cambios que inducen respuestas fisiológicas, permitiéndoles sobrevivir durante una estación determinada y prepararse para la siguiente. Al comienzo del otoño, los árboles caducifolios comienzan a detener su crecimiento, botan sus hojas, y se preparan para resistir el frío del invierno. Con el acortamiento de los días se producen inhibidores del crecimiento en las hojas, los cuales se acumulan en las yemas antiguas y nuevas, evitándose la brotación y crecimiento de éstas. Por otro lado, el crecimiento vegetativo también detiene su desarrollo afectado por la alta concentración de inhibidores.

En invierno, se puede afirmar que los árboles entran en un período de reposo o receso profundo aunque afectan días en que las condiciones ambientales sean favorables para el desarrollo. El receso es una adaptación ecológica de las especies caducifolias para desarrollarse en zonas con inviernos fríos, presentándose como una suspensión temporal del crecimiento visible de cualquier estructura de la planta que posea meristemas. Simultáneamente se desarrollan

mecanismos fisiológicos adaptativos para adquirir resistencia a los posibles daños por frío, es así como estos árboles casi nunca son dañados por este efecto en sus hábitats naturales, esto es porque han desarrollado una forma de adaptación, como el receso, para cuando comienza el invierno. Los frutales de hoja caduca comienzan a detener su crecimiento en otoño, y ya están en receso en invierno. Luego, en primavera, el crecimiento comienza nuevamente; esta sincronización entre planta y medio ambiente asegura su supervivencia durante el ciclo de vida.

2.3 Fenómeno del reposo

Los árboles frutales nativos de clima templado durante el año, tienen un período cíclico de crecimiento (Samish, 1982). En la primavera las yemas se activan dando lugar a hojas, flores o ramas; el crecimiento vegetativo continúa hasta que se forma la yema terminal en el ápice o punta de la rama, se detiene al final del verano y permanece así durante el otoño-invierno; para reiniciar en la próxima primavera.

El mismo autor indica que la inactividad de crecimiento que ocurre en el otoño-invierno tiene tres etapas distintivas. Al presentarse la detención de crecimiento a fines del verano, las yemas están en una condición latente y pueden ser inducidas a crecer si el árbol recibe estímulos ambientales o de manejo como alta temperatura, poda, riego, fertilización, defoliación, etc. Esta etapa se denomina latencia y es regulada por condiciones externas.

2.4 El período de reposo

A medida que transcurre el ciclo hacia el otoño-invierno, las yemas se muestran menos sensibles a ser estimuladas para crecer; llegan a un punto en que no responderán a ningún estímulo externo; es decir, existe una condición interna de inhibición que sólo puede terminarse si la yema es expuesta a baja temperatura por determinado tiempo, el cual es específico para cada especie y cultivar. Esta etapa se denomina reposo y es una condición fisiológica importante en el compartimiento de los árboles frutales de clima templado. Después que las yemas salen del

reposo, entran nuevamente a otra etapa de latencia y podrán crecer una vez que tengan condiciones ambientales y de manejo favorable para ello. Las etapas de **latencia-reposo-latencia** no son absolutas en tiempo, por lo que se traslapan al final y principio de cada una. La intensidad y duración del reposo en las yemas, se da en forma individual para cada una de ellas en el árbol. Esto se ha demostrado dando tratamientos estimulantes localizados, en donde la yema tratada brota mientras que las adyacentes no lo hacen (Denny y Stanton citado por Díaz).

La detención del crecimiento, la caída de hojas y presencia de un período de reposo, es originada por causas todavía no bien conocidas, a pesar de los grandes esfuerzos y trabajos de investigación que se han realizado. En la actualidad es aceptado por la mayor parte de los fisiólogos, que el mecanismo directo que regula estos procesos internos es un balance o contenido proporcional, en el interior del vegetal, de promotores de crecimiento y de inhibidores. Lo anterior no constituye un hecho sencillo, ya que son muchas las sustancias de ambos tipos que sintetiza el árbol, cada una con efectos especiales, de actuación específica en ambos procesos y variando sus efectos con las dosis en que estén presentes. Por otra parte, la acción de estas sustancias depende mucho de la presencia de otras y de las interrelaciones que entre ellas se puedan presentar.

Además los factores externos del árbol, en especial los climáticos, influyen de manera notable, sobre la fisiología de éste dictándole instrucciones sobre la síntesis de sustancias promotoras o inhibidoras. Cuando las cantidades de promotoras son altas, los árboles son inducidos a crecer, mientras si la predominancia es de inhibidores se induce el descanso. Ambos tipos de sustancias suelen ser producido en las hojas y yemas, y a partir de estos órganos se produce la difusión hacia otros, donde son resentidos los efectos.

Se han identificado algunas sustancias inhibidoras como los flavonoides llamados naringenina y prunina, también está el ácido abscisínico. El ácido abscisínico es un inhibidor que tiene antagonismo con las auxinas, ácido giberélico y las citocininas; Se le ha encontrado en las yemas en altas concentraciones

durante el período de reposo, disminuyendo considerablemente su contenido al acercarse el fin del período, una vez que se han satisfecho los requerimientos de frío.

Los elevados contenidos de inhibidores que han podido ser observado en la proximidad del inicio del período de reposo y durante él, así como la disminución de ellos al final de dicho período y durante la brotación, coincidiendo con situaciones inversas respecto a promotores de crecimiento, parecen confirmar la hipótesis de que el reposo está determinado y regulado por el balance de dichas sustancias en el vegetal, en el cual tiene mucho que ver el efecto del frío que en definitiva tiende a determinar una predominancia de los promotores sobre los inhibidores, que permite la brotación.

Factores externos climáticos, tales como la temperatura, radiación solar, humedad relativa, fotoperiodo y labores culturales del cultivo como la fertilización, riego, etc. influyen en el mecanismo que determina la caída de las hojas y la entrada en reposo de los árboles, pero su intervención no es muy bien conocida. Se considera que el período de reposo inicia en los árboles, desde el momento en que se detiene el crecimiento vegetativo anual, aún antes del desprendimiento de las hojas. 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 que el crecimiento y otras funciones continúan presentándose, aunque a ritmo menor. La respiración aunque casi latente, continúa efectuándose, mientras que la fotosíntesis, transpiración estomática, translocación de sustancias y el metabolismo en general desaparecen en su acción.

Los árboles frutales caducifolios son propios y originarios de regiones de Europa y Asia bastante frías, en las cuales se presentan cada año inviernos muy bien definidos y generalmente crudos. El reposo es por lo tanto un mecanismo de defensa de ellos hacia estos factores climáticos adversos, es una estrategia adaptativa que las especies han desarrollado a lo largo de la evolución ocurrida en el tiempo.

2.5 Letargo

El término letargo se emplea para indicar la suspensión o detención del crecimiento visible, de manera temporal, de yemas o semillas, sin importar la causa que lo provoca. El letargo de acuerdo con el origen que lo causa, puede ser de tres clases diferentes.

2.5.1 Ecodormancia o quiescencia:

Es la detención del crecimiento, que tiene lugar debido a causas externas desfavorables, como pueden ser inapropiadas condiciones de temperatura o de humedad. Este tipo de letargo está, entonces bajo el control exógeno y cuando la causa que lo provoca desaparece, el crecimiento se reanuda.

2.5.2 Paradormancia o inhibición correlativa

Cuando el letargo es debido a condiciones internas pero los factores que lo determinan son producidos en otro órgano. Es el caso de una yema lateral que debido a la dominancia apical se encuentra inhibida por la yema terminal, al eliminarse ésta última, se rompe la inhibición de aquella, brotando y creciendo.

2.5.3 Endodormancia o reposo

Es la suspensión del crecimiento originada por causas internas, y que tiene lugar aún cuando las condiciones externas o ambientales sean favorables. Su regulación está bajo control endógeno.

2.6 Fisiología del reposo

En general, se considera que la latencia en los árboles se establece cuando en las ramas se forma la yema terminal, es decir cuando se detiene el crecimiento.

El reposo se presenta posteriormente cuando esa yema terminal no puede rebrotar en respuesta a cualquier estímulo externo como alta temperatura, poda, riego, etc.

Uno de los principales factores ambientales que inducen al árbol a entrar en reposo, es la presencia progresiva de bajas temperaturas en el otoño; con lo que se reduce la actividad metabólica de crecimiento (Samish y Wareing citado por Díaz). La sequía o la falta de nutrientes pueden inactivar el árbol, pero su efecto es hacia el proceso de latencia. Una vez que el árbol frutal está en reposo, la temperatura baja del invierno principalmente la que podrán terminar este fenómeno. De esta manera, el frío tiene una doble función en el fenómeno de reposo del árbol; induciendo a que ocurra y que finalice cuando así se requiera para la brotación. Las especies y cultivares que entran en reposo, requerirán de acumulación de frío para terminar el proceso.

Los cambios metabólicos que ocurren antes y durante el reposo son importantes y han sido estudiados con el propósito de entender los mecanismos que regulan este fenómeno. Se conoce que durante el invierno, las yemas están metabólicamente activas, aún cuando visualmente no tengan crecimiento. Cole, Solomos y Faust consignaron que la respiración es uno de los procesos más activos ya que del inicio del reposo al de la brotación ésta incrementa progresivamente. Así mismo, hay actividad enzimática relacionada con la respiración, según lo registrado por Oncelay et al citado por Díaz, en donde las hidrogenasas (enzimas que catalizan la oxidación de sustratos quitándole hidrógeno) aumentan durante el reposo. Adicionalmente, se ha observado que yemas de durazno con su requerimiento de frío, parcialmente satisfecho y bajo condiciones anaeróbicas o de baja concentración de oxígeno, son estimuladas a brotar más rápido y uniformemente que con alta concentración de oxígeno, de acuerdo con lo asentado por Erez, Couvillon y Kays. Lo anterior sugiere que la fase glicólisis de respiración es crítica en la terminación del reposo.

Existen otros sistemas enzimáticos que cambian activamente en el invierno. Kaminski y Rom citado por Díaz señalaron que la catalasa (enzima que destoxifica

productos metabólicos dañinos a 02 libre) se reduce a medida que transcurre el reposo, mientras que Oncelay et al citado por Díaz registraron que la fosfatasa (reguladora del nivel de fosfato inorgánico) y las peptidasas o proteinasas (que rompen cadenas proteicas) aumentan su actividad a medida que el árbol acumula frío. Wareing y Saunders, y Leavee citado por Díaz señalan que aun cuando las auxinas son las hormonas estimulativas más importantes, no han sido relacionadas al fenómeno de reposo; durante el invierno permanece a niveles muy bajos y elevan su concentración sólo cuando la brotación se va iniciar, o sea, después que el reposo ha pasado. Por otra parte, las aplicaciones de auxinas a yemas dormidas no inducen la apertura de éstas, aun en etapas finales del fenómeno.

En relación con las giberelinas, los mismos autores citan que al inicio de latencia se tiene una reducción en los niveles de la hormona, y posteriormente se incrementan de manera progresiva con la acumulación de frío, hasta llegar a altos niveles antes de la brotación; eso sugiere que pueden estar regulando cambios de actividad de crecimiento. Cuando esta hormona se aplica externamente a las yemas de durazno solo responde favorablemente la yema vegetativa y no la floral.

En general, no puede concluirse que esta hormona sea la reguladora del proceso, aun cuando su importancia es incuestionable. De las citocininas, fitohormonas estimulantes, Leavee citado por Díaz señalo que se les ha encontrado en niveles bajos en árboles en reposo, mientras que durante la primavera aumenta. Así estos compuestos se sintetizan durante la acumulación de frío y pudieran regular parte de la fisiología del fenómeno. Dado que la principal característica del reposo es la reducida actividad metabólica y de crecimiento, se ha considerado que a nivel hormonal puede existir un compuesto inhibidor que al aumentar la concentración, cause tal efecto. De las hormonas más estudiadas en este grupo destaca el ácido abscísico, cuyos niveles aumentan al inicio del reposo y se reducen hacia el final de éste en casi todas las especies frutales, de acuerdo con lo citado por Wareing et al citado por Díaz.

Lavee citado por Díaz señala que por el tipo de actividad e importancia de las hormonas en el desarrollo de la planta, se puede asumir que tiene una función en el reposo a través de un balance entre ellas, provocando efectos sinérgicos.

2.7 El rompimiento del reposo

Según Calderón, para que el árbol frutal de hoja caduca brote con normalidad en primavera, es decir, para que rompa su estado de reposo y entre de nuevo al período de crecimiento de su ciclo anual, se requieren entonces dos condiciones indispensables:

1. Que haya sido satisfecha su necesidad de frío invernal.
2. Que se presente temperatura favorable al crecimiento.

Mientras cualquiera de las dos no tengan lugar en debida forma, el árbol continuará estando en descanso, siendo la primera de ellas la causante, en regiones sub-tropicales, del llamado reposo prolongado. En lo que respecta a las temperatura favorable se considera como necesaria la existencia de un cierto número de días con temperatura media diaria que no baje de 10 °C, estimándose a este como el límite inferior, bajo el cual las condiciones de crecimiento y de actividad vegetativa no son propicias.

El tiempo de permanencia de la temperatura en condiciones favorables a la vegetación, una vez completado el frío invernal, para que se logre despertar el árbol y la plena floración es muy variables con las diversas especies y variedades. Aun cuando se conoce la gran importancia de la alta temperatura para la determinación de la brotación, una vez satisfecho el requisito de frío, existen algunas dudas sobre la interferencia de grandes oscilaciones diarias que puedan tener sobre ese fenómeno, ya que el dato de temperatura medias diarias puede ser igual en situaciones de gran homogeneidad térmica diurna-nocturna, que en aquellas otras de gran disparidad en ese aspecto parece ser más favorable a la vegetación una gran constancia en las temperaturas, aun cuando éstas no sean

muy altas, que notables oscilaciones, con muy elevadas temperaturas durante el día.

Es interesante indicar que la acción de la baja temperatura invernal rompen el período de reposo tiene un efecto puramente local sobre cada yema del árbol, no transmitiendo su efecto de una parte a otra. Se han realizado multitud de experimentos, al respecto, exponiendo a la acción del frío solamente determinadas partes y protegiendo el resto de la intemperie, habiéndose en todos los casos encontrado que las o partes que directamente sufrieron el frío brotando normalmente en primavera, mientras que el resto, que no lo sufrió, continuo en estado de reposo prolongado.

Ello indica con claridad la acción del frío sobre cada yema para destruir su alto contenido de inhibidores y/o estimular la formación de promotores de crecimiento, creando un balance positivo para la multiplicación celular y en general para la actividad vegetativa. Se presume que este balance se realiza individualmente en cada yema y que su acción determinante solo alcanza para estimular a ella, no pudiendo ser de mayor intensidad que lograra efectos sobre yemas vecinas, de esta manera. Solo las yemas con balance inhibidor-promotor conveniente rompen el letargo y brotan.

Se ha observado que no solamente el frío recibido tiene actuación sobre la ruptura del letargo invernal, o que en todas las yemas del árbol tiene igual requerimiento, ya que la edad de las yemas y posición de ellas influyen en la determinación de las posibilidades de brotación. Suelen ser las yemas más jóvenes, las terminales y cercanas a ellas, así como las que se encuentran en la parte más elevada inclinada o arqueada, las que presentan mejores facultades para brotar o menores necesidades de invernación.

Este fenómeno, de requerimientos diferenciales, esta relacionado con el de dominación apical y de distribución de Auxinas, de acuerdo con su movimiento polar que ocasiona diferentes posibilidades de brotación y diversos grados de vigor

a las yemas, de acuerdo a sus posiciones sobre ramas de distinta colocación. De la misma manera, se ha comprobado que existe requerimiento de frío diferencial entre las yemas a flor y las yemas vegetativas de los frutales caducifolios, siendo por lo general de menores necesidades las primeras, mientras que las segundas, especialmente las de posición lateral, suelen poseer más elevadas esas necesidades.

2.8 Requerimientos de frío

Una serie de frutales de hoja caduca necesitan acumular ciertos tiempos con temperatura relativamente baja para poder continuar con su desarrollo normal. A partir de los trabajos de Colville en 1920, se identifican la acción favorable de las bajas temperaturas durante el reposo de ciertas especies, cuyo despertar de vegetativos de primavera se relaciona con las características térmicas del invierno precedente (Ortiz, 1987).

Las exigencias de frío de los diferentes frutales de hoja caduca de las zonas templadas para poder salir del estado de receso, varían según la especie y también según la variedad. El requerimiento de frío de una determinada especie se mide en unidades de tiempo en que ocurre la baja temperatura estimuladora, la cual se ha definido como menor a 7 °C y superior a 3 °C, la temperatura cercana a 0 °C o inferior resulta ineficaz para promover la salida de receso, esto es en parte, por que estarían inhibiendo la acción de las hormonas positivas. La unidad de tiempo es la “hora-frío”, definiéndose como 1 hora en que debe ocurrir ininterrumpidamente la temperatura adecuada (3°C-7°C)

Con base a los posteriores trabajos de Nightingale y Blake (1974), citados por Wang (1972), el valor de 7°C fue usado como limite superior de la temperatura que tiene una acción favorable en la acumulación del frío invernal; se designo como “horas-frío” u “horas de enfriamiento” a la cantidad de horas en las que la temperatura del aire permanece bajo de tal nivel (Ortiz, 1987; Romo y Arteaga, 1989).

Es propio de las plantas termocíclicas criófilas, entre otras, requerir de frío invernal para su desarrollo normal las cuales presentan un periodo cíclico del crecimiento relacionado con el termoperíodo; en el invierno las yemas se activan originando el crecimiento vegetativo, el cual se detiene al final del verano y permanece así durante el otoño e invierno para reiniciarse en el invierno próximo.

Es necesario tomar en consideración, al comparar resultados de investigación asociados a evaluar requerimientos de frío, la metodología utilizada en cuanto al tipo y manejo del material vegetal así como a los métodos utilizados como estimadores de la cuantificación del frío acumulado.

El frío insuficiente puede causar numerosos síntomas tanto en el árbol como en la fruta. En el árbol se puede observar entre otras cosas una pobre y tardía brotación de yemas laterales, una alta brotación de yemas terminales con mayor vigor y crecimiento final sobre el resto, un retraso y prolongación de período de floración y un retraso en la entrada en producción del árbol. También aparecen yemas florales abriendo antes que las vegetativas y se puede producir un uso excesivo de las reservas de la planta. Mientras que en fruta es posible observar menor tamaño, maduración irregular y un potencial de almacenaje alterado (Peerboom y Yuri, 2004).

En ciertas zonas agroclimáticas, donde las baja temperatura de los arboles no es completamente satisfactoria, las plantas presentan síntomas de receso prolongado, el cual se caracteriza por una brotación y floración deficiente e irregular, y finalmente en una disminución en la producción de calidad de fruta. Para superar estos problemas, se han adoptado distintas medidas, como la selección de variedades de menor requerimiento de frío. En cuanto a requerimiento de frío, los frutales caducos se pueden dividir en dos grupos: los provenientes de regiones de altas latitudes y de latitudes medias.

Por otro lado, las plantas originarias de regiones de latitudes medias, tienen la mayor exigencia en frío invernal debido a que los inviernos son muy fluctuantes, existiendo periodos en que la temperatura es moderadas y otros en que suceden las heladas. Las especies adaptadas a estas regiones demandan muchas horas-

frio para que así no exista el riesgo de que broten cuando aún hay posibilidades de helada.

2.9 Sintomatología por falta de frio

La falta de frio invernal para terminar adecuadamente el reposo, es uno de los principales factores que influyen en el poco crecimiento y baja productividad de algunos arboles frutales en zonas cálidas, de acuerdo con lo citado por weinberger (89), Samish y Lavee en 1962, Alexander y Maggs en 1974, Ruck en 1978, y Luis Aguilar en 1979.

Los síntomas que aparecen en el árbol por una inadecuada acumulación de frio, varían de acuerdo con la especie y severidad del problema.

En la vegetación se observan los siguientes problemas:

- a) La brotación es desuniforme y se retrasa.
- b) Muchas yemas vegetativas no brotan, quedando latentes, aunque pueden hacerlo mas tarde
- c) Los brotes crecen más débiles.
- d) Las yemas laterales no abren y la planta presenta un desarrollo más vertical.

En el árbol:

- a) Retraso en la entrada en producción.
- b) Desenfrenado crecimiento vegetativo.
- c) Exceso uso de reservas.
- d) Poco desarrollo foliar, con mayor daño del sol.

En las flores:

- a) La floración se retrasa, se extiende y no es uniforme.
- b) Como consecuencia de lo anterior, las variedades no coinciden en el tiempo de floración, afectando el cuajado.

- c) Las flores más débiles caen antes de cuajar, tienden a ser deformes, multiovuladas.
- d) El polen es poco viable.
- e) En el melocotonero y otros frutales de hueso, muy sensibles a la falta de frío, se observa caída de yemas.

En la fruta:

- a) Maduración irregular.
- b) Menores producciones.
- c) La calidad de la fruta se ve afectada:
 - -menor tamaño.
 - -pobre coloración (menor disponibilidad de carbohidratos para nutrirla).
 - menor firmeza (menor densidad celular en los tejidos en formación).

Todos los síntomas antes descritos tienen efecto directo sobre la capacidad productiva de la planta, por lo que una adecuada acumulación de frío así como una reducida fluctuación de temperatura para terminar el reposo invernal, son factores importantes para lograr buena cosecha.

2.10 Las Horas-Frío

Se consideran “horas frío” el tiempo en que la temperatura permanece bajo los 7 °C (Razeto, 1993), señalándose éste como el umbral de sensibilidad para las especies frutales de hoja caduca. Según Sacor (1982), la temperatura umbral dependerá de la especie vegetal que se analice, variado de 4 a 12° C (Gil-Albert, 1992). Este mismo autor, señala que la mayoría de las investigaciones, utilizan el valor de 7° C.

Sin embargo, (Razeto (1993), señala que el efecto no es parejo entre la temperatura menor y superior a 7° Celsius. Este autor señala que la temperatura más efectiva se encuentra entre los 3 y 9 °C, la medianamente efectiva entre 1 y 3 °C y entre 9 a 12 °C. La temperatura bajo 1 °C no se contabilizaría, al igual que la temperatura mayor a 12 °C.

Según Calderón, la temperatura umbral de 7 °C, que en general se considera para medir horas frío no deja de ser una imposición que posiblemente este de acorde a las realidades ecológicas, particularmente climática, de algunas regiones septentrionales del mundo, pero que definitivamente no tienen razón de ser en otras zonas más cálidas, y menos en aquellas de latitud subtropical en la que los factores de clima se presentan de manera notablemente diferente.

Este índice artificioso ha variado grandiosamente con los estudios del fenómeno en los distintos países. Ha sido considerado también de 7, de 6, de 8 y hasta de 10 °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 las interrelaciones que entre los mismos tenga 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 de la temperatura, ya que ellos pueden influir grandemente en el efecto que estas 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 fotoperiodo, 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.

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 catalogo de las variedades con el mismo, es la formulación para cada región particular de índices de corrección propios, que multiplicados por el dato normal de frío en lugar, proporcionará un resultado si verdaderamente valido para ser comparado con las necesidades de frío expresadas en tablas de utilización mundial.

Esta idea de la creación de factores o índices de corrección regional, ocurrió después de observar en muchas ocasiones que diversas variedades de árboles frutales con requerimiento de frío determinado, establecidos en lugares donde estos se cumplían, aun en exceso, no respondían satisfactoriamente y se comportaban como si este frío no hubiera sido suficiente, representando los claros síntomas de deficiencia y grandes irregularidades fisiológicas.

Ello nos lleva a pensar que el índice de 7.2°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. Se concluyó, que no era solamente frío el factor determinante, sino que éste era influenciado por diversas condiciones ambientales como los factores ecológicos que se consideraron que interferían, fueron los siguientes:

- a. Alta oscilación diaria, diurna-nocturna de la temperatura
- b. Irregularidad estacional en la presencia de bajas temperaturas
- c. Presencia de época definida de gran calor durante el invierno
- d. Gran radiación solar y ausencia de nubosidad
- e. Reducida humedad ambiente y edáfica
- f. Presencia de vientos cálidos
- g. Fotoperiodismo correspondiente a baja latitud.
- h. Suelos arenosos

El orden de los factores que han sido expuestos corresponde a su importancia en sentido decreciente de interferencia con el efecto de las horas frío presentado.

Por lo tanto, bajo nuestras condiciones donde no tenemos una regionalización de temperatura consideramos el factor 7.2°C, como el factor a tomar en cuenta para la acumulación de horas frío y su cálculo respectivo.

2.11 Cálculo de Horas Frío

Existen varios métodos para hacer el cálculo de horas frío, pero el uso de uno u otro método dependerá del equipo con que se cuente para registrar la temperatura, por lo que para el hemisferio norte los cálculos de horas frío se deben realizar en los meses de noviembre, diciembre, enero y febrero.

Las horas frío que en un lugar se presentan, se miden mediante el uso del termógrafo. Se considera conveniente empezar a cuantificar horas frío, desde el momento en que los árboles comienzan a tirar sus hojas, insistiendo algunos especialistas, en que debe hacerse desde el momento en que el crecimiento vegetativo de la parte aérea se detiene, aún 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 por lo menos 10 años de observaciones, ya que de un año a otro pueden existir grandes fluctuaciones y solamente el promedio de gran número de años, puede dar una idea precisa de la verdadera y normal situación de cada lugar. Campos señala que el “**método de Da Mota**” nos permite calcular las horas frío de una determinada región y solo se requiere de la adquisición de un termómetro que permita registrar la temperatura máxima y mínima de cada día durante los meses de noviembre, diciembre, enero y febrero y calcular la temperatura media mensual, para ser utilizada en la fórmula de Da Mota que es igual a:

$$\text{Horas frío mensual} = 485.1 - 28.52 (\mathbf{x_i})$$

Donde $\mathbf{x_i}$ = a la temperatura media del mes.

Este procedimiento se basa en un estudio de correlación entre la temperatura media mensual y el número de horas frío, que en cada mes resulta acumulado. Para el cálculo del total de frío presentado en el invierno.

De acuerdo con lo indicado, es necesario conocer la temperatura media 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 dará el total para ese año. La temperatura media mensual, se obtiene mediante el uso de termómetros de máxima y 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 la temperatura media diaria durante un mes, corresponde a la temperatura media mensual. Estos datos mensuales son los que se utilizan en la fórmula. Este método considera las fluctuaciones de temperatura diurna-nocturna que ocurren en nuestras regiones.

2.12 Compensadores de frío

Varios autores citados por Díaz señalan que además de utilizar las variedades más adaptables a la región en cuanto a requerimiento de frío, y práctica de labores culturales que favorecen la brotación más uniforme, es necesario el uso de productos químicos para compensar la falta de acumulación de frío, estos actúan estimulando las reacciones químicas internas que no se efectuaron normalmente en el árbol, el efecto de estos productos no es generalizado en el árbol, ya que cada yema puede tener diferente condición de reposo de acuerdo a su ubicación ya sea terminal o lateral, vegetativa o floral.

2.12.1 Reguladores químicos

Entre los reguladores de crecimiento, las giberelinas aparecen como las más efectivas en levantar el período de receso del durazno (Luna *et al.*, 1991). El efecto de las citoquininas es mucho menos pronunciado y no hay efecto evidente de las

auxinas en el levantamiento de la dormancia en yemas de plantas leñosas caducas (Erez *et al.*, 1971). Estos autores afirman que el período de receso en yemas de duraznero es quebrado con la aplicación de compuestos o mezclas, entre los cuales las combinaciones más eficientes serían: DNOC-aceite mineral + thiourea; DNOC-aceite mineral + ácido giberélico y nitrato de potasio + thiourea. El nitrato de potasio y kinetina provocan un adelanto en la apertura de yemas florales, mientras que la thiourea muestra un efecto más pronunciado en la apertura de las yemas vegetativas. Concluyen que la combinación de los tres compuestos, DNOC aceite mineral, thiourea y nitrato de potasio serían los más adecuados para el uso comercial.

Las emulsiones de DNOC-aceite presentan efectos variables año con año. Esto se debe a variación de acumulación de frío donde mayor respuesta se espera en yemas que están próximas a la salida de la dormancia (Erez, 1979).

Fuchigami y Nee (1987), evaluando diferentes hipótesis sugieren que la cianamida hidrogenada es un agente efectivo en el levantamiento de la dormancia. Relacionan su aplicación como un factor de stress sub letal que al provocar un aumento en la permeabilidad de las membranas estaría favoreciendo el quiebre de la dormancia.

La cianamida hidrogenada y el thidiazuron aparecen en las publicaciones más recientes como los compuestos químicos más evaluados para favorecer el quiebre de la dormancia en localidades donde el frío invernal no es suficiente para cubrir los requerimientos de determinadas especies y cultivares. Muchas investigaciones al respecto evalúan el efecto de aplicaciones de este producto en variables como la uniformidad, nivel de brotación, floración, fructificación, producción, calidad y anticipo de la cosecha entre otras. Los resultados en general son variables dependiendo principalmente de las dosis y momentos de aplicación, la combinación de estos productos con aceites minerales y la acumulación de frío ocurrida en el año evaluado (Alvarado *et al.*, 2000; Citadin *et al.*, 2006; De Oliveira

y Ayub, 2002; Palladini y Petri, 1999; Arduino *et al.*, 2006; Bound y Jones, 2004; Vasconcelos *et al.*, 2002; Da Silva *et al.*, 2001).

Vasconcelos y Márquez (2007) evaluaron el efecto del extracto de ajo para el quiebre de la dormancia en manzano del cultivar 'Fuji Kiku' como alternativa al uso de Cianamida hidrogenada. Los tratamientos con extracto de ajo y aceite mineral presentaron similares efectos a los tratamientos convencionales con Cianamida hidrogenada y aceite mineral alcanzando más del 90% de brotación de yemas en comparación con un 42.7% alcanzado por el testigo. En base a los resultados recomiendan su utilización como una alternativa de producción orgánica.

2.12.2 Reguladores culturales

Han sido propuestos otras opciones para provocar la salida completa de la dormancia. Entre ellas se incluye una poda tardía de despunte con el objetivo de atenuar el efecto inhibitorio de las yemas apicales. Otra opción sería un deshoje prematuro de los árboles en el otoño con el fin de disminuir la cantidad de inhibidores potenciales que acumulará la yema. También existe la propuesta de realizar un riego elevado el que permitiría un enfriamiento evaporativo de las yemas así como un lavado de inhibidores (Yuri, 2002).

III. MATERIALES

3.1 Ubicación Geográfica de la Comarca Lagunera.

La comarca lagunera se encuentra ubicada entre los meridianos 102°51' y 103°40' de longitud oeste y los paralelos 25°25' y 25°30' de latitud Norte del Meridiano de Greenwich (Schmidt, 1989). A una altura de 1123 msnm.

El clima es de tipo desértico con escasa humedad atmosférica, precipitación pluvial promedio entre 200 y 300 mm anuales en la mayor parte de la región y de 400 a 500 mm en la zona montañosa oeste, con una evaporación anual de 2600 mm. Una temperatura anual de 20°C. En este ultimo aspecto, el área de la llanura y gran parte de la zona montañosa, presenta dos periodos bien definidos: el periodo comprende 7 meses desde abril hasta octubre, en los que la temperatura media mensual varia de 13.6°C. Los meses mas fríos son diciembre y enero registrándose en este ultimo, el promedio de temperatura mas bajo, el cual es de 5.8 °C aproximadamente. CNA (2001).

3.2 Localización del area de estudio

La investigación se llevó a cabo en el municipios de Francisco I. Madero (ejido El Porvenir); Matamoros (ejido Campo Experimental La Laguna); Parras de la fuente (Empacadora de Melón); Parras el Alto y por ultimo el municipio de San Pedro Rancho Las Mercedes. En la ciudad de Torreón, Coahuila, México.

3.3 Métodos

La secuencia metodológica en el presente trabajo fue la siguiente, determinación de horas frio por el método de Da Mota, se pensó adoptar este método para determinar la temperatura máxima, mínima, media, diarias o mensuales, pues dadas las características de nuestro servicio meteorológico, la facilidad económica para un fruticultor pequeño en la adquisición de un

termómetro de máxima y mínima y por la sencillez en la toma de los datos diarios, resulta el camino más factible en esta estimación.

Se usó el método de Da Mota, haciendo mención a su fundamento técnico ya que es más fácil de calcular las horas frío en determinadas regiones.

3.4 Obtención del modelo de regresión

Con los datos horas frío obtenidos por el método descrito, se procedió a la intención de abreviar el análisis y discusión de resultados, los principales parámetros estadísticos del modelo obtenido para la estimación de horas frío en función de la altitud del sitio de interés.

Para realizar la prueba del modelo de regresión lineal simple; horas frío contra altitud sobre el nivel del mar de las estaciones meteorológicas, para seleccionar el mejor modelo de estimación de las horas frío en la función de la variable altitud.

Lo anterior, se puede considerar que este modelo se puede utilizarse para obtener una estimación de horas frío que arrojan los métodos bajo análisis, en función de cualquier sitio que se ubique dentro del rango de los datos, a partir de las cuales se obtuvo el modelo, por supuesto dentro y cerca de la región de estudio.

3.5 Unidades frío (F. S Da Mota)

El modelo de Da Mota de las unidades frío basa en un estudio de correlaciones entre la temperatura media mensual y el número de horas-frío acumuladas mensualmente. Usando la siguiente fórmula:

$$H_F = 485.1 - 28.52 x$$

Donde:

H_F = Horas frio mensuales

X = temperatura media mensual

IV. RESULTADOS

4.1 Requerimientos de horas frío de frutales.

Requerimiento de horas-frío de algunas frutales de la Comarca Lagunera con la metodología Da Mota se muestran en el siguiente cuadro 5.1.

Se calcularon las horas frío para el municipio de Fco. I. Madero, Matamoros, Parras empacadora de melón. Parras el alto y San Pedro, con el método y modelos antes mencionados. Para calcular las horas frío se eligieron 6 años equidistantes para obtener los valores de la temperatura, mensual o anual; dependiendo el método. En este caso los años fueron de 2006 a 2011. Una vez obtenidas las horas frío se compararon y se eligió el cultivar de acuerdo al o los modelos que más se acerquen al requerimiento del cultivar elegido. Algunos cultivares son:

En la siguiente tabla se puede apreciar el grado de precisión arrojado por el método de Da Mota en donde se muestra la cantidad mínima y máxima de horas frío de las frutales, también se muestra las unidades frío en cada uno de los frutales analizados. En donde el durazno, manzano y el nogal poseen la mayor cantidad de horas frío mientras que en los otros frutales requieren de menos cantidad. Por el cual los frutales obtenidos en las diferentes regiones producirán sin ningún inconveniente ya que si alcanza a adquirir la cantidad necesaria de frío acumulado para cada frutal.

Cuadro 5.1 Requerimiento de horas-frío

Frutal	Min	Max
Durazno	100	1100
Manzano	200	1000
Vid	100	600
Nogal	400	1000
Higo	100	550

DURAZNO: Dentro de los cultivares de estos frutales existe una variación amplia en el requerimiento de frío para terminar el reposo, encontrándose variedades de poco frío.

El durazno, a través del mejoramiento genético se han obtenido mayor cantidad de cultivares de mediano o bajo requerimiento de frío, esto debido a la disponibilidad natural de materiales de poca o mediana necesidad de frío, esto es según Bowen en 1971. No obstante, existe cultivares de alto requerimiento de frío, los cuales han sido descritos por Brooks y Olmo en 1972. (Cuadro 1)

CUADRO 1 REQUERIMIENTO DE ALGUNOS CULTIVARES Y SELECCIONES DE DURAZNO (*Prunus persica* (L.) Batsch) Y NECTARINA (*Prunus Persica* var. *nectarina*) (L.) Batsch)

Durazno	Horas frío
Tetela	20
Flordagrande	100
Flordabelle	150
Earligrande, texas	275
Flordaprince, Carbó	150
Flordagold	350
Desertgold	350
Early Amber	350
Flordagem	250
Tejon	400
Maravilha	250
Mid-Pride	350
August Pride	350
Sunred	300
Sunripe	375
Kaygold	250
Columbina	350
Desert Dawn	350

MANZANO: En este frutal se tiene cultivares con un amplio rango de requerimiento de frío, mencionado por Brook y Olmo en 1972; el establecimiento del manzano de poco o mediano requerimiento de frío en área con inviernos

severos, traerá como consecuencia una brotación y un riesgo daño por heladas.
(Cuadro 2)

CUADRO 2 REQUERIMIENTO DE ALGUNOS CULTIVARES Y SELECCIONES DE MANZANO (*Malus Pumila Mill.*)

Manzano	Horas frio
Anna	300
Dorset Golden	300
Slor	400
Ein Shemer	400

NOGAL: Amling en 1980, señaló que los arboles de nogal nativos de América del norte, tienen un requerimiento medio de frio menor de 500 horas, con diferencia entre cultivares, poco se conoce sobre los bajos requerimientos de frio (Cuadro 3). Estas especies se cultivan desde zonas cálidas hasta regiones semitempladas de Chihuahua, Nuevo León y Coahuila, según lo citado por Obando en 1982.

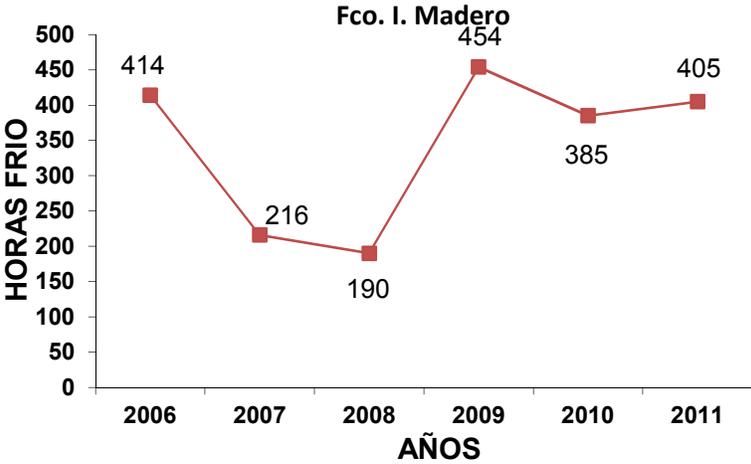
CUADRO 3 REQUERIMIENTO DE ALGUNOS CULTIVARES Y SELECCIONES DE NOGAL (*Carya illinoensis (Wang.) Koch*)

Nogal	Horas frio
Desirable	400
Maham	400
Western	400
Wichita	400
Burkett	400
Sucess	400

VID: aun cuando esta demostrado que la vid tiene un periodo de reposo y que debe ser satisfecho para iniciar la brotación, de acuerdo con los citados por Samish y Lavee en 1972, no se ha establecido que este regulado por la acumulación de frio invernal.

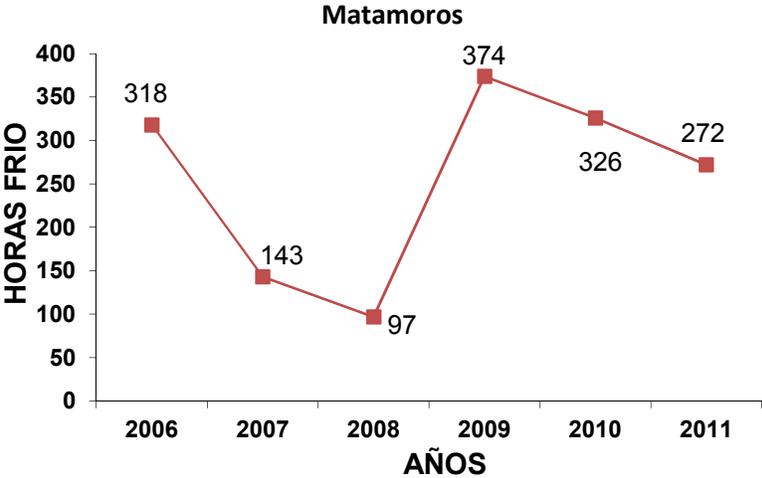
En general se considera que esta especie se adapta en áreas que acumulan más de 250 horas frio, ya que durante inviernos cálidos en los diferentes municipios, algunos frutales se retrasan en la brotación, esto es de acuerdo a las variedades de frutales.

En la siguiente grafica (Grafica 1) se muestra las horas frio calculadas desde 2006 a 2011 en la region de Fco. I. Madero donde la diferencia de temperatura va de 190 °C a 454 °C en donde el promedio de horas frio de los años calculados es de 344 °C.



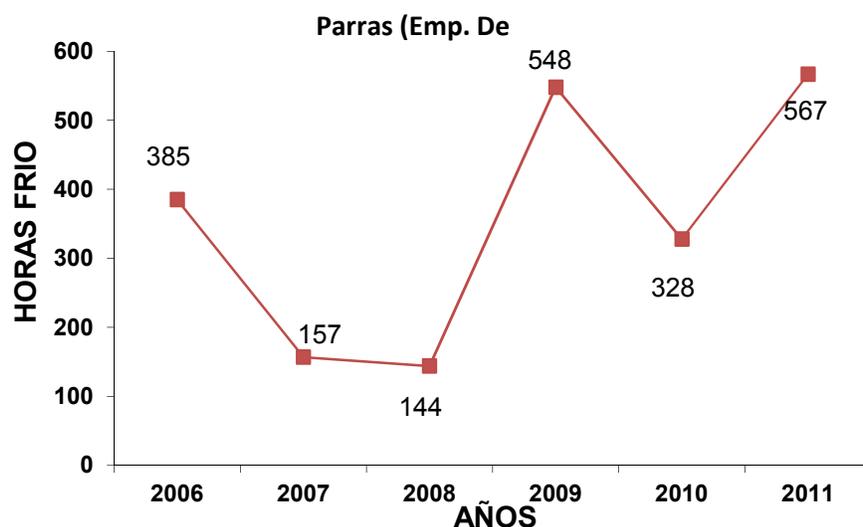
Grafica 1

En la expresiòn grafica (Grafica 2) se expresa los resultados de horas frio del municipio de Matamoros en donde se representa gràficamente los datos y cuantificaciòn de frio acumulado en los diferentes años en promedio de estos años es de 255°C.



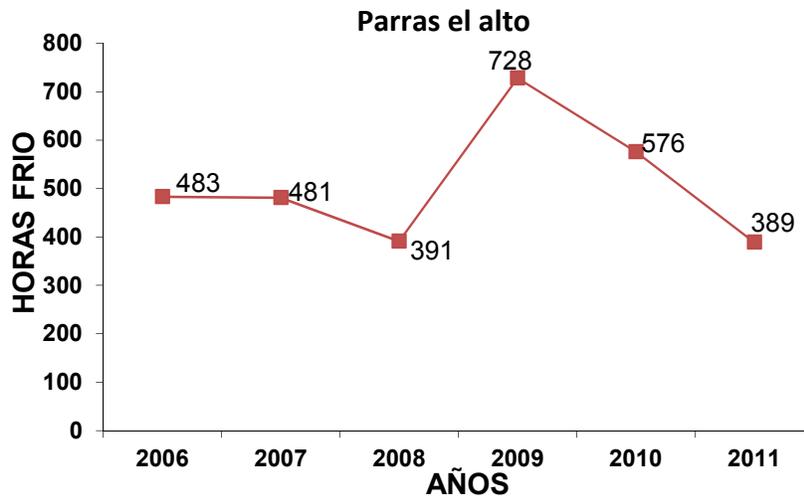
Grafica 2

Según la representación grafica (Grafica 3), se observa que existe diferencia sobre la cuantificación de horas frio para los diferentes años, ya que las lecturas tomadas en el municipio de Parras (Empacadora de melón) hay mucha diferencia de frio acumulada en cierto tiempo en donde el promedio de horas frio es de 354.8 °C.



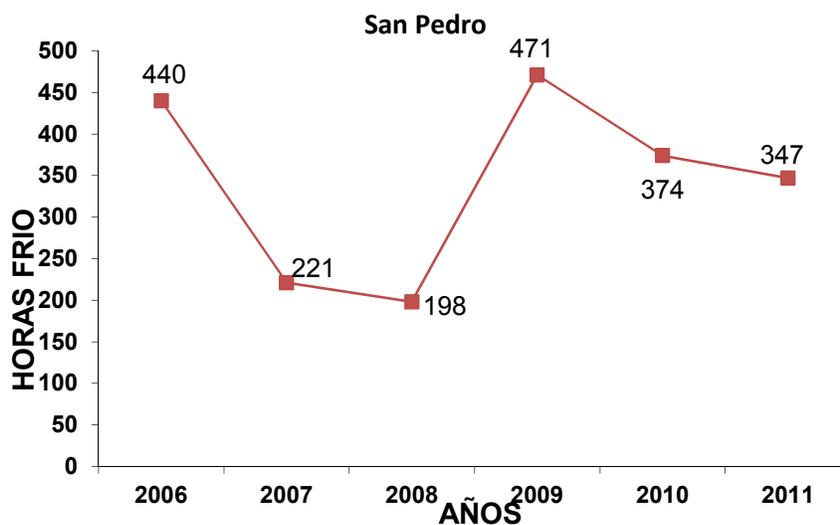
Grafica 3

En la siguiente gráfica (Grafica 4) se muestra el resultado de horas frio de la región de Parras (el alto), en donde se observa que en 2009 hay una mayor acumulación de frio y al calcular el promedio de horas frio se tiene como resultado 508 °C..



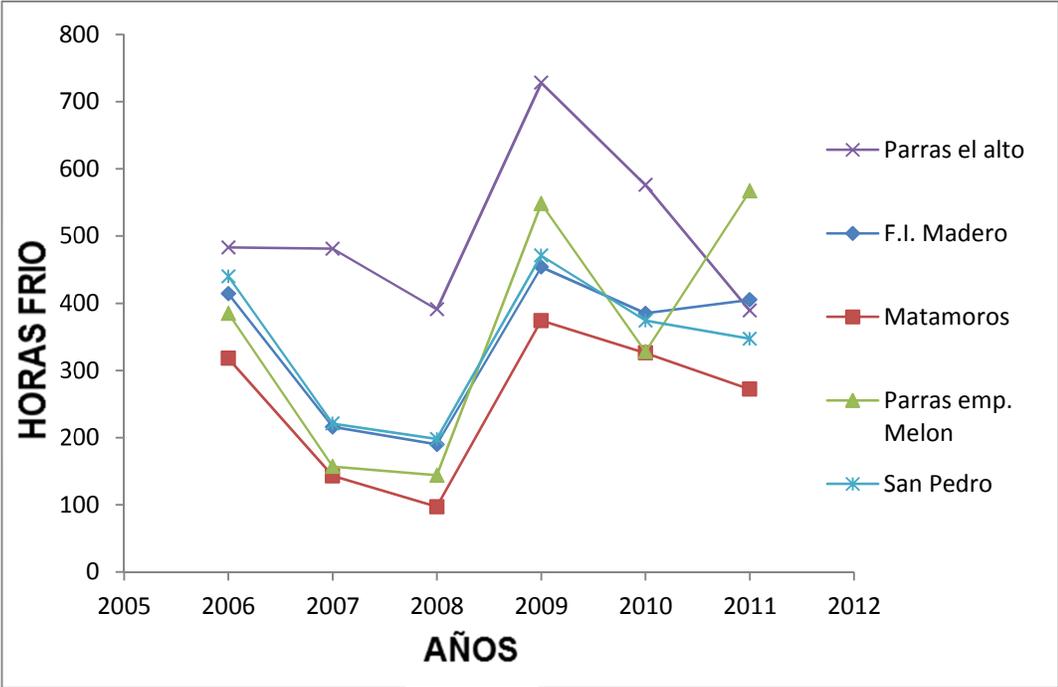
Grafica 4

Los resultados que se muestran a continuación, (Grafica 5) municipio de San Pedro se consideran que el total de horas frio de los seis años, en donde el 2009 se acumulo mayor cantidad de frio y al calcular el promedio de horas frio de dicho municipio se tiene con resultados 341.8 °C.



Grafica 5

En la (Grafica 6) se muestra las unidades frio en cada uno de las regiones analizadas, de acuerdo al método de Da mota en los años 2006-2011. En donde la región de parras el alto posee la mayor cantidad de horas frio, mientras que en la región de Matamoros posee la menor cantidad de horas frio, esto posiblemente se deba a que las demás regiones son generalmente agrícolas donde los meses de enero-diciembre se da la mayor concentración de humedad relativa debido a que se realizan riegos con aguas del subsuelo y los meses de marzo-agosto se dan los riegos con las presas, dichos eventos de riego aumentan la humedad relativa la cual posiblemente amortigua y regula el cambio de temperaturas influyendo en las unidades frio generadas.



Grafica 6 unidades frio en diferentes municipios con la metodología de Da mota

CONCLUSIÓN

El conocimiento de la acumulación de horas frío en un área determinada es muy importante a la hora de tomar decisiones sobre las variedades de cada especie de frutales que podemos cultivar asumiendo los mínimos riesgos.

El total de horas frío acumuladas durante el periodo de reposo es importante, pero tiene mayor importancia su distribución a lo largo del citado periodo. En nuestras condiciones, más del 50% del total de horas frío se deben acumular antes de finalizar diciembre, ya que a mediados de enero hay que realizar tratamientos para romper el reposo de la mayoría de variedades de frutales en zonas tempranas.

Por lo tanto se llega a concluir que no existe diferencia significativa de frío en las 5 diferentes regiones analizadas.

Bibliografía

ALVARADO, H.; RODRÍGUEZ, J.; CALDERÓN, G. y CÁRDENAS, E. 2000. El Thidizuron, la brotación floral y las dimensiones del ovario en ciruelo japonés (*Prunus salicina* L.) 'Shiro'. Universidad Autónoma Chapingo. México. Agrociencia 34: 321-327

ARDUINO, G.B.; SALVATI, D.; DVORANOVSKI, D.L.; ARGENTA F. y GRASSELLI, V. 2006. Brotación y la producción de la viña de cabernet derivados 'cabernet sauvignon' e 'pinot noir' expuestos a diferentes concentraciones de cianamida de hidrogeno. Rev. Bras. Ala, Jaboticabal – SP, 28(3): 406-409

BOUND S. A. y JONES K. M. 2004. Impactos de cianamida hidrogenada sobre la floración, la carga de la cosecha y la calidad del fruto de "fuji" manzana roja (*Malus domestica*). Nueva Zelanda J. Cultivos Hortícolas. SP. Sci., 32: 227-234

Calderón Alcaraz, E. 1983. Fruticultura general: el esfuerzo del hombre. 2 ed. México, Limusa. 759 p.

Calderón Alcaraz, E., Fruticultura general, el esfuerzo del hombre, 2ª edición. Editorial Limusa, México, (1983)

CITADIN, I.; BASSANI, M.H.; DANNER M.A., MAZARO, S.M. y GOUVÊA, A. 2006. Uso de cianamida hidrogenada y aceite mineral en la floración, brotación y la producción de "chiripa" melocotón. Rev. Bras. Ala, Jaboticabal - SP, 28 (1): 32-35

CITADIN, I.; BASSOLS, M.C.; HERTER F.G. y POSSER, C.A. 2002. Evaluación de las necesidades de frío en melocotón. Rev. Bras. Ala, Jaboticabal - SP, 24(3): 703-706

DA SILVA, J.L.; ARDUINO, G. y SARTORI, I.A. 2001. Cianamida hidrogenada y aceite mineral en thidizuron romper la latencia y la producción de melocotón en la cv. Chiripá. Rev. Bras. Frutícola., Jaboticabal - SP, 23(3): 493-496

DE OLIVEIRA, A. y AYUB, R.A. 2002. Rompimiento de la dormancia de las yemas de manzano cv. Eva tratados con cianamida de hidrogeno. Rev. Bras. Frutícola, Jaboticabal - SP, 24 (2): 576-578

Díaz M, D H. 1987. Requerimiento de frío en frutales caducifolios. México, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. 60 p.12.

EREZ, A. 2000. Bud latencia: una sugerencia para el mecanismo de control y su evolución. CAB Internacional 2000. La latencia en las plantas. pp 23-33

EREZ, A. 1979. el efecto de la temperatura sobre la actividad de aceite + dinitro-ocresol aerosol para romper el resto de las yemas de manzana. Ciencia Hortícola, 14 (2): 141-142

Erez, A; Couvillon, G; Kays, S. 1980. El efecto de la concentración de oxígeno en la liberación de los brotes de la hoja del melocotón del reposo. HortScience 15 (1) :39-41.

Erez, A; Lavee, S; Samish, R. 1971. Mejores métodos para romper el descanso en el melocotón y otras especies frutales de hoja caduca. Jour. Amer. Soc. Hort. Sci. 96 (4) :519-522.

EREZ, A.; FISHMAN, S.; GAT, Z. and COUVILLON, G.A. 1988 Evaluación de clima invernal para romper el resto de los yemas con el modelo dinámico. Acta Hortícola. (ISHS) 232: 76-89

EREZ, A.; LAVEE, S. and SAMISH, R.M. 1971. Mejora de los métodos para romper el descanso en el melocotón y otras especies frutales de hoja caduca. J. Amer. Ciencia Hortícola, 96 (4): 519-522.

FUCHIGAMI, L.H. y NEE, C. 1987. Crecimiento grado modelos de estadios y el resto romper los mecanismos de las especies leñosas perenes templadas. *Ciencia Hortícola*, 22 (5): 836-844

FUCHIGAMI, L.H. y WISNIEWSKI, M.E. 1997. La cuantificación de dormancia de las yemas. Enfoques fisiológicos. *Ciencia Hortícola*, 32: 618-623

LUNA, V.; REINOSO, H.; LORENZO, E.; BOTTINI, R. and ABDALA, G. 1991.

L latencia en Durazno (*prunus pérsica* L.) de yemas florales. II. La morfología comparada y fenología de yemas florales y vegetativas, y el efecto de la refrigeración y la giberelina A3. *Los arboles*, 5: 244-246

México, SARH-INIA-CIANO-CAECH. 35 p. (Folleto Técnico no.1)13.

PALLADINI, L.A. y PETRI, J.L. 1999. eficiencia de diferentes volúmenes y concentraciones para romper la latencia en la manzana cultivar "Gala" *Pesq. Agropec. Bras. Brasilia*, 34 (8): 1491-1495

PEERBOOM, C.F. y YURI, J.A. 2004. Receso y calidad de fruta. Universidad de Talca, Chile. *Pomáceas* (4) 3: 4p.

Reyna Trujillo, T Importancia de las horas frío en la fruticultura. Métodos de Cuantificación, primer Congreso Interno del Instituto de la Geografía, UNAM, México, pp. 13-26, (1983)

Samish, R. 1945. El uso de aerosoles dinitro-cresol-aceite mineral para el control de descanso prolongado en huertos de manzanas. *J Pom. Hort. Sci.* 21:164-178.

VASCONCELOS, R. y MARQUES, M. 2007. De extracto de ajo como una alternativa para romper la dormancia de las yemas de manzana cv. Fuji Kiku. *Rev. Bras. Frutícola.*, Jaboticabal - SP, 29(1): 037-041

VASCONCELOS, R.; PAIOLI E.J. y MONTEIRO, M. 2002. Germinación y el rendimiento de la variedad sin semillas centenario vid (*Vitis vinífera* L.) Tratadas con cianamida de hidrogeno en la región noroeste do estado de São Paulo. Rev. Bras. Frutícola. Jaboticabal - SP, 24(3): 611-614

YURI, J.A. 2002. El receso en frutales. Universidad de Talca, Chile. Pomáceas (2) 4: 3p.

Westwood, M. 1995. Temperatura de zona pomología, la fisiología y la cultura. 3 ed. Oregon, EE.UU., Timber Press. 426 p.

<http://www.fcagr.unr.edu.ar/Extencion/Agromensajes//23/5AM23.htm>

<http://www.fcagr.unr.edu.ar/Extencion/Agromensajes//24/5AM24.htm>

<http://www.ecoplant.cl/el%20receso%20en%20frutales.html>

