

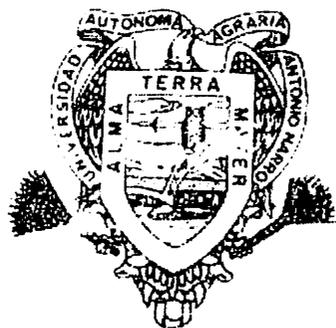
CARACTERIZACIÓN FENOLÓGICA Y
FENOTÍPICA DE HÍBRIDOS DE MANZANO
(*Malus doméstica* Bork)

JOSÉ ANTONIO VÁZQUEZ RAMOS

TESIS

Presentada como requisito parcial
para obtener el grado de
Maestro en Ciencias
en Horticultura

Universidad Autónoma Agraria
Antonio Narro



PROGRAMA DE GRADUADOS

Buenavista, Saltillo, Coahuila.
Septiembre de 2001

BIBLIOTECA
Ing. Aroldo I. Rumayor Flores

18050

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO

SUBDIRECCIÓN DE POSTGRADO

CARACTERIZACIÓN FENOLÓGICA Y FENOTÍPICA DE HÍBRIDOS
DE MANZANO (*Malus doméstica* Bork)

TESIS
POR
JOSÉ ANTONIO VÁZQUEZ RAMOS

**Elaborada bajo la supervisión del Comité Particular de Asesoría y
aprobada como requisito parcial para optar al grado de :**

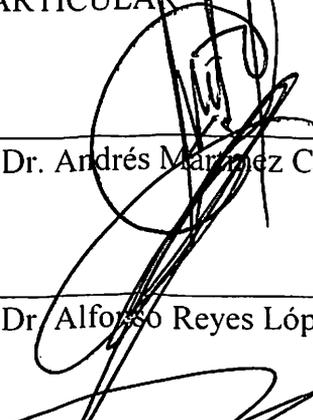
MAESTRO EN CIENCIAS
EN HORTICULTURA

COMITÉ PARTICULAR

Asesor principal:


Dr. Andrés Martínez Cano

Asesor:

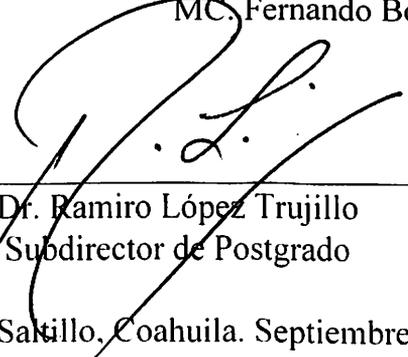

Dr. Alfonso Reyes López

Asesor:


MC. Juan José Galván Luna

Asesor:


MC. Fernando Borrego Escalante


Dr. Ramiro López Trujillo
Subdirector de Postgrado

18050

Buenavista, Saltillo, Coahuila. Septiembre de 2001

AGRADECIMIENTOS

Con gran afecto y respeto a mi amigo y maestro de campo **Ing. Aroldo I. Rumayor Flores**, ya que sin su apoyo incondicional el presente trabajo no hubiese sido posible.

A mi maestro, asesor principal y amigo **Dr. Andrés Martínez Cano** por la conducción y apoyo en la presente investigación.

A mis maestros y asesores; **Dr. Alfonso Reyes López, MC. Juan José Galván Luna y MC. Fernando Borrego Escalante**, por el apoyo incondicional y plena disposición para el presente.

A todos mis maestros y especialmente al **Dr. Adalberto Benavides Mendoza y MC Leobardo Bañuelos Herrera** por su profesionalismo, dedicación y esfuerzo que siempre pusieron a mi alcance.

Con cariño y profundo respeto a mi **Alma Mater** por gestar en mi persona el profesionalismo la perspectiva e inclinación de servicio a la Fruticultura Mexicana.

DEDICATORIAS

A mi esposa

LCQ. Magdalena Olvera Esquivel, por su cariño, paciencia, apoyo y amor.

Con orgullo y cariño a mis hijos:

Lorena Lizeth Vázquez Olvera

Lidia Carolina Vázquez Olvera

Luis Antonio Vázquez Olvera,

Como muestra de perseverancia y ejemplo de paciencia y fe.



COMPENDIO

Caracterización fenológica y fenotípica de híbridos de manzano (*Malus doméstica* Bork)

POR

JOSÉ ANTONIO VÁZQUEZ RAMOS

MAESTRÍA

HORTICULTURA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, SEPTIEMBRE DE 2001

Dr. Andrés Martínez Cano - Asesor -

Palabras clave: *Malus doméstica* Bork, caracterización, fenología, híbridos.

En híbridos de manzano (*Malus doméstica* Bork) sometidos a estudio fenológico en Aguanueva, Coahuila, México, se determinaron sus requerimientos de horas frío (HF), brotación floral y foliar, período de floración (PF) período de floración a cosecha (PFC) y algunas características de calidad del fruto. Para lo cual se utilizó la "Metodología de Identificación de Nuevos Cultivares de frutales (Ploudiv 1983). Se encontraron materiales que presentan grandes diferencias en sus requerimientos de frío (HF) las cuales van desde 200 hasta 650 (HF) cuando estos se sometieron a una prueba de condiciones controladas de frío. Estos materiales son; AR-109 (200 HF), AR-116 (300 HF), AR-108 (300 HF), AR-147 (300 HF), AR-144 (550 HF), AR-160 (650 HF), mientras que el testigo, Mutante Aguanueva II, (500 HF). En condiciones invernales del

año 2000 con tan solo 178 (HF), estos materiales presentaron una brotación y producción aceptable. Las fechas de brotación encontradas comprenden entre 30 días antes que el testigo Aguanueva II, como es el caso del híbrido AR - 147 y 34 días después en el caso del híbrido AR - 151, ubicando de esta manera a los materiales como; Tempranos con respecto al testigo; AR-16-S (24 días), AR-116, (24 días), AR-130 (14 días), AR-147 (30 días). Similares al testigo; AR- 44-S, AR-144, AR- 103, AR- 127, AR- 128, AR-129, AR- 132, AR- 133, AR- 134 y AR-152. Más tardíos que el testigo; AR- 111, AR- 130-B, AR- 151 AR-153 y AR-154. Mientras que en los períodos de floración a cosecha se presentaron diferencias desde 39 días antes que el testigo, como fue el caso del híbrido AR - 160 y 38 días después en el caso del híbrido AR - 151. Ubicando a los materiales de acuerdo a esta característica en: PFC corto; AR- 111, AR-129, AR-130-B, AR-132, AR-144, AR-154 y AR-160; PFC medio corto o similar al testigo; AR-44-S, AR-103, AR- 127, AR-128, AR-130, AR-133, AR.134, AR-153; PFC largo; AR-16-S, AR- 116_S, AR-147, AR-151, AR-152. Estos materiales híbridos también tienen características muy particulares de fruto. Algunos de estos materiales híbridos presentan gran potencial que representaría un ahorro considerable para el fruticultor, puesto que no requieren compensadores de frío para su brotación y tienen períodos de floración a cosecha de tan solo 90 a 150 días. Lo anterior denota una gran importancia, ya que al presentar las características antes mencionadas y bajos requerimientos de frío se podrán establecer en localidades donde antes no fue posible su cultivo.

ABSTRACT

BIBLIOTECA
Ing. Aroldo I. Rumayor Flores

Phenological and phenotypical characterization of apple hybrid (*Malus doméstica* Bork.)

By

JOSÉ ANTONIO VÁZQUEZ RAMOS

MASTER IN SCIENCE

HORTICULTURE

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, SEPTEMBER OF 2001

Dr. Andrés Martínez Cano - Advisor

Words key: *Malus doméstica* Bork, Characterization, phenologic, hybrid.

In hybrid of apple (*Malus doméstica* Bork) subjected to phenological and phenotypic study in Aguanueva, Coahuila, Mexico, their requirements of hours cold were determined (CH), shoot flower and foliate, flowering period (FP) flowering period to crop (FPC) and some characteristics of quality of the fruit. For that which the Methodology of Identification of New Cultivar's was used of fruit-bearing (Ploudiv 1983). they were material that present big differences in its requirements of cold (CH) which go from 200 to 650. when its was submitted to test of controlled conditions of cold, Its materials are: AR-109 (200 CH), AR-116 (300 CH), AR-108 (300 CH), AR-147 (300 CH), AR-144 (550 CH), AR-160 (650 CH), while that the control, Mutant

Aguanueva II, (500 CH). Under winter conditions of the year 2000 with so alone 178 (CH), these materials presented a bud break and acceptable production. Dates flowering founded amid 30 days before the witness Aguanueva II, like it is the case of the hybrid AR - 147 and 34 days later in the case of the hybrid AR - 151, locating of this form the materials in; Earlies with respect to witness; AR-16-S (24 days), AR-116, (24 days), AR-130 (14 days), AR-147 (30 days). Similar at witness; AR- 44-S, AR-144, AR- 103, AR-127, AR- 128, AR-129, AR- 132, AR- 133, AR- 134 y AR-152. More lates at the witness; AR- 111, AR- 130-B, AR- 151 AR-153 y AR-154. While in the periods of flowering to crop differences were presented from 39 days before the witness, as the case of the hybrid AR - 160 and 38 days later in the case of the hybrid AR - 151. locating of this form the materials in; FCP short; AR- 111, AR-129, AR-130-B, AR-132, AR-144, AR-154 and AR-160. FCP medium-short or similar to witness; AR-44-S, AR-103, AR-127, AR-128, AR-130, AR-133, AR.134, AR-153; FCP large; AR-16-S, AR-116-S, AR-147, AR-151, AR-152. These materials have characteristic very peculiar of fruit. Some these hybrid materials present great potential that would represent a considerable saving for the producer, since they don't require cold compensators for their bud break and they have periods of flowering to crop of so alone 90 to 150 days. The above-mentioned denotes a great importance, since when presenting low requirements of cold they will be able to settle down in towns where before it was not possible its cultivation.

INDICE DE CONTENIDO

Índice de cuadros.....	xii
Índice de figuras.....	xiii
I INTRODUCCIÓN.....	1
II REVISION DE LITERATURA.....	5
Fenología vegetal.....	5
Fenología.....	6
Etapas fenológicas del manzano.....	6
Caída de hojas.....	6
Reposo.....	7
Brotación.....	7
Época de floración.....	8
Floración.....	8
Influencia de la temperatura en la inducción floral.....	9
Amarre y desarrollo de fruto.....	10
Período de floración a cosecha.....	11
Etapas que comprende la formación de yemas florales en manzano.....	11
Fase vegetativa.....	11

Inducción floral.....	12
Iniciación floral.....	12
Diferenciación floral.....	13
Estadíos de floración.....	13
Requerimientos de frío.....	14
Evaluación de nuevos materiales de árboles frutales.....	16
Metodología para la obtención de nuevos materiales en árboles frutales.....	18
La variedad.....	20
Clon.....	21
Identificación varietal.....	21
Medición de las horas frío.....	22
Modelos de unidades frío.....	24
La temperatura.....	28
Rompimiento del reposo.....	29
Medición de las unidades calor.....	30
Temperatura del desarrollo.....	30
Unidades térmicas.....	31
Métodos térmicos fenológicos.....	32
Método Básico.....	33
Método Residual.....	33
Método 10/30.....	34
Medición de la calidad del fruto.....	35
Calidad del fruto.....	35

Color.....	35
Tamaño y forma.....	35
Sabor.....	36
Firmeza.....	36
Sólidos solubles totales y acidez.....	37
Caracterización fenológica y fenotípica de híbridos de manzano	
(<i>Malus doméstica</i> Bork).....	39
III CONCLUSIONES.....	56
IV LITERATURA CITADA.....	57
V APÉNDICE.....	61

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro No.		Página
2.1	Valor de las temperaturas para cálculo de unidades frío.....	15
2.2	Estimación de las unidades frío según el método del Dr. Sharpe.....	27
2.3	Estudio de correlación entre el número de horas frío y el promedio de temperaturas medias de diciembre y enero.....	28

BIBLIOTECA

Ing. Aroldo I. Rumayor Flores

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Actualmente se considera como principal antepasado del manzano a *Malus sieversii*, el cual es un tipo de manzano silvestre de las Montañas Divinas (Tien Shan) en los límites de China Occidental y la Unión Soviética, por los bordes del mar Caspio (**Morgan y Richards 1993**). Esta especie es diversa y los árboles silvestres tienen una completa gama de formas, colores y sabores, se encuentran en Kasakhstan y otros estados independientes de Asia Central formados de la desintegración de la Unión Soviética y especialmente alrededor de Alma Ata (Padre de las manzanas). Esta es el área de gran diversidad y del centro del origen. Los viajes recientes al Asia central para obtener colecciones han demostrado que el *M. sieversii* es muy diverso y tiene todas las calidades presentes en *M. x Domestica* (**Forsline et al., 1994 y Forsline 1995**).

En cualquier lugar que las condiciones del clima, suelo y humedad sean favorables pueden desarrollarse y producir las especies frutales, ya sean perennes o caducifolias, sin importar la especie y/o su lugar de origen.

Es el clima, sin lugar a dudas, el que determina los límites de distribución de las especies, el cual está regulado por un gran número de factores como: dirección del viento, la relación de éste con las masas de agua, el ángulo de inclinación de los rayos solares, el fotoperíodo (Latitud) y la concentración de anhídrido carbónico(CO₂).

Las especies de clima templado caducifolias se distribuyen principalmente por las latitudes medias, desde los 30° hasta los 50 °, aproximadamente. Obviamente pueden extenderse a otras zonas de producción que tienen influencia de las grandes masas de agua como en el Oeste de Europa, en donde el Océano Atlántico realiza un efecto de calentamiento. Los frutales plantados en latitudes inferiores a los 35° deben tener pocas necesidades de frío o cultivarse a altitudes determinadas para que puedan obtener la cantidad de frío necesario para su salida del estado de reposo. México es un país ubicado dentro de esta zona. (25° 11' Lat. N y 101° 05' Lat. Oeste) La mayoría de los frutales de hoja caduca se cultivan mejor en las zonas templadas, pero el éxito de éstos en otros tipos de climas como el árido o húmedo, depende de los requerimientos específicos de la especie y de la manera en que el fruticultor pueda alterar o influir sobre el ambiente natural para satisfacer las necesidades o requerimientos de las especies que maneja.

La mayor parte de las zonas frutícolas de México cuentan con inviernos muy irregulares, debido principalmente a la marcada diferencia entre las temperaturas máximas y mínimas diarias y a la fuerte insolación que se presenta en pleno invierno, la cual contrarresta el frío acumulado con las bajas temperaturas obtenidas durante el período de preparación de los árboles frutales para la brotación, las cuales son muy pocas.

Los últimos años se han caracterizado por presentar temperaturas cada año más altas durante el período de reposo de los árboles caducifolios, las regiones manzaneras de Aguanueva y Arteaga. Coahuila presentan también las condiciones climáticas antes mencionadas, por lo que la brotación de los árboles de manzano es también más deficiente cada año, tanto en el aspecto floral como en el foliar, todo ello va en detrimento de los árboles en estos huertos y de igual manera en la economía de los

fruticultores de las regiones manzaneras del país. Considerando tales aspectos tan importantes en la producción de manzana y por ende en la economía de los fruticultores regionales, hemos encaminado nuestros esfuerzos a contribuir a solucionar tan solo en parte este gran problema.

La importancia de este trabajo se da por si misma al hacer un análisis a fondo sobre la problemática de la producción de manzana en nuestra región así como otras regiones manzaneras del país. Creemos que mediante la caracterización fenológica y fenotípica de híbridos de manzano desarrollados en la zona podemos lograr obtener genotipos con los requerimientos climáticos que puedan adaptarse a las condiciones ya mencionadas, logrando una brotación floral y foliar adecuadas, así como una calidad de fruto aceptable al muy variado gusto de tan exigente mercado para consumo en fresco y/o industrial.

Hipótesis

Mediante la caracterización fenológica y fenotípica de híbridos de manzano podemos encontrar individuos que presenten buena adaptación a las condiciones ambientales de la región manzanera de Coahuila y que ofrezcan mayores posibilidades en su calidad de fruto.

Objetivos

Determinar las características fenológicas y fenotípicas de los híbridos para seleccionar los mejores de acuerdo a su adaptación, requerimientos climáticos y calidad de fruto.

Obtener materiales genéticamente capaces de producir adecuadamente en la región de Aguanueva, Municipio de Saltillo, Coahuila y que cumplan con los requisitos de mercado en cuanto a calidad de fruto.

CAPÍTULO II

REVISION DE LITERATURA

Fenología vegetal

La fenología estudia las relaciones entre las condiciones climáticas y los fenómenos periódicos que los cultivos experimentan en su desarrollo. Por ejemplo brotación, aparición de las primeras hojas, floración, amarre de fruto, maduración, etc. El ciclo vegetativo anual empieza con la caída de las hojas a mediados de octubre hasta el 15 de noviembre. Iniciando con esto, el reposo invernal del árbol, el cual se prolonga hasta el mes de febrero; siguiendo después el desborre en el mes de marzo, en donde se manifiesta la renovación de la actividad vegetativa, presentándose al principio del mes de abril la floración y aparición de las primeras hojas y el cuajado o amarre del fruto a finales del mismo mes, empezando posteriormente el periodo de máxima vegetación en el cual tiene lugar el desarrollo de hojas y frutos, así como la acumulación de reservas nutritivas para el próximo ciclo, siendo del mes de mayo a septiembre, iniciando la cosecha a finales de agosto y alargándose en algunas regiones hasta finales del mes de septiembre para luego prepararse el árbol para la caída de las hojas. **(Contanceau, 1971, Cepeda y Hernández, 1983)**

Fenología.

Calvo, (1996), describe la fenología como el estudio de las relaciones entre el clima y los estadios de la vida animal y vegetal. Además, hace una descripción del fenotipo como el resultado de la interacción entre el genotipo de un individuo y el medio ambiente, equivalente al conjunto de caracteres en tal individuo.

Villalpando, (1991), menciona que para llevar a cabo la medición o registro de la fenología de un árbol, es necesario distinguir las fases por las que este atraviesa. En el manzano, al ser este un cultivo perenne, la primera evidencia de frutos se da cuando las yemas florales abren en primavera; la floración es la culminación de un proceso que se inicia con un año de antelación.

Etapas fenológicas del manzano

Caída de las hojas

Diferentes hipótesis han sido planteadas para tratar de explicar los mecanismos fisiológicos que determinan la defoliación y ha sido aceptado que un balance hormonal dentro del árbol produce estos resultados mediante un antagonismo de promotores e inhibidores del crecimiento. Ambas sustancias suelen ser producidas en las hojas y yemas, para ser difundidas posteriormente hacia otros órganos del árbol donde también tiene un efecto su influencia (**Calderón, 1989**). Esta etapa se considera como el final del

ciclo vegetativo, el cual comienza a mediados de octubre y finaliza a mediados de noviembre, dando lugar al reposo, el cual termina a finales de febrero. Este desprendimiento total de hojas, así como el período de reposo, son las características que definen a este tipo de árboles, ya que la caída foliar no obedece a un estado de senescencia. Este desprendimiento de hojas suele efectuarse en períodos reducidos de tiempo. La temperatura tiene una acción directa sobre la planta durante ésta época, ya que, a medida que esta baja, igualmente actúa sobre yemas y hojas induciendo a generar mayor cantidad de sustancias inhibitoras, provocando la caída foliar y el inicio de la acumulación de frío para prepararse a la brotación (**Contanceau, 1971**).

Reposo

Regularmente este periodo abarca desde mediados de octubre hasta finales de febrero. Este periodo implica una notable disminución de algunas funciones fisiológicas del árbol, y otras son completamente detenidas (**Contanceau, 1971**).

Ryugo (1993), define el reposo como una condición interna que impide que el meristemo apical o el eje embrionario en una semilla crezca a pesar de que las condiciones ambientales sean favorables.

Brotación

Una vez cubiertas las necesidades de frío invernal, la planta encuentra un

equilibrio vía factores externos para brotar sus yemas. para el caso de manzano, esta etapa se presenta en el mes de marzo. El desarrollo de las flores coincide con la aparición de las primeras hojillas. Debido a las sustancias de reserva, se realizan las primeras etapas de vida de las yemas, durando hasta que el follaje haya alcanzado el suficiente desarrollo para satisfacer todas sus necesidades mediante sus funciones asimiladoras y transformadoras.

Época de floración.

Floración

Ryugo (1993) describe la floración como una manifestación de la característica que diferencia una planta madura de una planta joven. Mientras que **Kramer, et al. (1983)**, dicen que la floración es el instante o el estado de desarrollo en que el árbol puede dar por primera vez flores y caracteriza el paso del período juvenil al adulto en una planta obtenida por semilla, en tanto que, **Calderón (1989)** comenta que las flores de manzano abren en los meses de abril y mayo de manera espontánea y extensa, y que la época de floración está determinada por características genéticas, pudiendo ser modificada por factores climáticos.

En la polinización cruzada, es muy importante la sincronía de la floración en el manzano para una máxima producción de frutos. Los cultivares que florecen muy tarde o muy temprano requieren de una especial atención para proveerles adecuados

polinizadores, lo cual puede solucionarse mediante el uso de un rango de polinizadores de manzano silvestre (crab apple). Esto es conveniente si se tienen cultivares de floración media o de floración media tardía para que las floraciones coincidan (Murawski 1967). Es importante considerar que si el invierno tiene temperaturas demasiado leves, las yemas florales madurarán de manera desigual y se alarga el periodo de floración (Halfacre y Barden, 1979).

Influencia de la temperatura en la inducción floral

Westwood (1978). sostiene que uno de los procesos más fascinantes del estudio en los frutales es la floración, y en todo caso es importante conocer la fecha en que se presenta además de la abundancia de la misma. Pero independientemente de lo anterior, deben conocerse las posibles causas que la originan. a lo que algunos investigadores sostienen que las temperaturas de verano (Junio-Julio) son las que tienen mayor influencia en la diferenciación floral. **Tromp (1976)**, reportó que en Golden Delicious dichas temperaturas no tienen influencia sobre la diferenciación floral, mientras que en Coc`x Orange Pipin si se estimuló la inducción floral con las bajas temperaturas. Así mismo reportó que temperaturas de 24 °C durante 12 días posteriores a floración completa redujeron la diferenciación floral en Golden Delicious, mientras que en Coc`x Orange Pipin se presentó abundante floración tanto a 17 °C como a 24 °C. **Tromp (1980)** difiere con los anteriores aseverando que el principal prerequisite para la formación de yemas florales en manzano es un número crítico de aproximadamente 20 nudos. lo cual está relacionado con el plastocron y su duración. **Kramer et al., (1975)**.

mencionan que la floración está condicionada genéticamente, aunque las influencias ambientales la modifican sensiblemente. Así, el curso de la floración puede variar en un mismo árbol e incluso en una misma inflorescencia por la desigualdad de sus flores.

BIBLIOTECA

Ing. Aroldo I. Rumayor Flores

Amarre y desarrollo de fruto

El desarrollo del fruto parece estar influenciado por el número de semillas que contienen y por su posible nutrición. Las deficiencias nutrimentales ocasionan un retraso en el crecimiento, aborto y caída de frutos (**Contanceau, 1971**). Por su parte **Tamaro (1979)**, cita que una intensa actividad de multiplicación celular se lleva a cabo inmediatamente después de la fecundación, comprendiendo un período de 4 a 8 semanas. el crecimiento es detenido de 2 a 3 semanas para dar lugar a otra etapa de gran crecimiento ocupando de 5 a 10 semanas, esta es la etapa de elongación celular, y llega hasta la madurez donde se presentaran cambios bioquímicos muy importantes. Mientras que (**Vidal, 1984**), comenta que después de la fecundación se desarrolla una serie de estímulos. los cuales actúan tanto sobre el óvulo como el ovario, realizándose una serie de cambios complejos que traen como consecuencia la transformación en semilla y en fruto respectivamente. (**Westwood, 1982**), menciona que estos cambios son el cuajado de fruto que viene acompañado por el marchitamiento de los pétalos, desprendimiento de anteras y cáliz. No cuajan todas las flores, en el manzano, puede presentarse una caída natural de fruto de un 95%: es decir, solamente se tiene un prendimiento de un 5 % del total de flores.

Período de floración a cosecha

Posteriormente a la floración e independientemente del amarre de fruto que el árbol presente, es bueno conocer el tiempo a cosecha. (**Westwood, 1978**) reportó que son necesarios 150 días de intervalo entre floración y cosecha en el cultivar Golden Delicious para una buena maduración, por otro lado, (**Tukey, 1942**) reportó 138 días para el mismo cultivar, estas diferencias pueden estar influenciadas por las temperaturas, humedad del suelo, intensidad de luz, etc. **Kenneth et al., 1980**) reporta que en el cultivar Starking Delicious las temperaturas durante los 30 - 45 días después de floración fueron las que más influenciaron en la determinación del tiempo de floración a cosecha. Ellos mismos reportan que las temperaturas nocturnas bajas estimulan la maduración del fruto en este mismo cultivar. Estos mismos resultados fueron presentados por (**Fisher, 1962**) en el cultivar McIntosh. (**Top y Sherman, 1998**) mencionan que los materiales adaptados a los climas subtropicales pueden ofrecer alternativas comerciales importantes al incrementar el período de cosecha de los frutos de temporada, ya que brotan y producen más temprano que los demás.

Etapas que comprende la formación de yemas florales del manzano.

Fase vegetativa.

Es la etapa juvenil comprendida desde la emergencia de la planta en la que ésta no puede producir flores por ningún método conocido (no es posible inducir la floración)

(Zimmerman, 1973). La planta debe pasar por una etapa de transición previa a la formación de yemas florales en condiciones naturales y durante esta etapa los nutrientes son utilizados por la planta para el crecimiento y desarrollo vegetativo (Grenne, 1981).

Inducción floral.

La inhibición de las giberelinas favorece la inducción floral, la cual ocurre bajo condiciones de sequía o como respuesta a las aplicaciones de retardantes de crecimiento, ya que la inducción floral en brotes de manzano está regulada por un balance entre las giberelinas y las citocininas presentes en el xilema de la planta provenientes del sistema radicular (Luckill, 1976).

Iniciación floral

Diversos estudios muestran que la iniciación floral se presenta poco después de la formación de la yema terminal en cualquier tiempo del año. Existen evidencias de que esto sucede durante un tiempo crítico mínimo entre la formación de la yema terminal y de la foliación. sin embargo. estas relaciones no se han precisado aún Valenzuela, (1990).

La inducción floral depende de la acción de factores internos y externos que varían con la especie. Generalmente las plantas caducas perennes inician la flor una vez que cesa el crecimiento vegetativo y cuando las hojas están maduras. Posiblemente la

interacción entre los procesos fisiológicos y ambientales da lugar a un equilibrio hormonal endógeno apropiado que causa la iniciación floral. Para los frutales de clima templado la iniciación floral depende más de las variaciones estacionales del clima que en las plantas tropicales.

La iniciación floral en los árboles de clima templado parece responder a una edad fisiológica estacional (o sea días después de plena floración), y a la propia calidad e intensidad de luz, superficie foliar, nutrición, poda, etc. La mayoría de las especies de clima templado inician la floración durante una estación, pero la floración ocurre en el año siguiente, tal es el caso del manzano. (Westwood, 1982).

Diferenciación floral.

El manzano, la diferenciación floral ocurre usualmente en brotes cortos denominados dardos, de una longitud de 5 cm. Aproximadamente, originando una inflorescencia llamada corimbo que puede contener de cinco a seis flores (Westwood 1978), aunque un dardo de mayor vigor puede producir un corimbo con seis a siete flores bien desarrolladas (Ferre, 1981).

Estadios de floración

Reyes (1977) divide la floración del manzano en nueve estadios a partir de yema cerrada:

1. **Punta plateada.** Es la primera fase, en la cual las yemas se encuentran de un color

blanco, debido a que están próximas a brotar.

2. **Punta verde.** En este estadio pueden apreciarse los primeros crecimientos foliares.
3. **Media hojilla.** Las hojillas se presentan de una longitud de 1.25 cm aproximadamente.
4. **Botón cerrado.** En esta fase se presenta el botón floral.
5. **Primera rosa.** En esta fase, el botón central se abre apareciendo las demás florecillas cerradas.
6. **Rosas completas.** Se presentan todas las florecillas próximas a abrirse.
7. **Primera flor.** Este estadio se manifiesta cuando se abre plenamente la primera flor.
8. **Floración completa.** El 95 por ciento de las flores están abiertas.
9. **Caída de pétalos.** Los pétalos caen cuando se presenta amarre de fruto.

Requerimientos de frío

Los árboles de manzano requieren cierta acumulación de frío durante su período de dormancia para un desarrollo adecuado. En los climas subtropicales estos requerimientos no se satisfacen y se prolonga la dormancia o resulta en una brotación tardía. Esto no ocurre con los cultivares con bajos requerimientos de frío, pero generalmente presentan una pobre calidad de fruto. (**Oppenheimer y Slor, 1968**). Mientras que (**Westwood, 1982**) dice que la temperatura óptima para satisfacer el requerimiento de la mayoría de los frutales de clima templado está entre los 0 - 7 °C., y es mayor para otras cuantas. (**Westwood, 1978**) apunta que aunque algunas especies de manzano no presentan demasiada resistencia al frío, el manzano cultivado (*Malus*

pumilla Mill) es uno de los frutales de la zona templada más resistentes. Sus necesidades de frío invernal para la salida del reposo (1000 - 1600 HF), son lo suficientemente elevadas como para hacer que su cultivo resulte inadecuado para latitudes con inviernos templados. Las temperaturas menores de 0°C. Inhiben las reacciones enzimáticas que afectan a los inhibidores. El requerimiento de frío es relativamente pequeño para plantas nativas de las áreas con inviernos cálidos, y para plantas nativas de altas latitudes con inviernos largos y muy fríos. Las plantas nativas de regiones medio templadas con inviernos fríos pero fluctuantes tienen mayores requerimientos de frío. (Moore y Janick., 1993).

Calderón A.(1984) considera que a determinados rangos de temperatura el efecto de cada hora sufrida tiene un valor de 1 unidad frío, incluyendo dentro de estos rangos a las temperaturas comprendidas entre 2.5°C. y 9.1 °C. Una unidad frío (HF) es considerada como la acumulación de frío que tiene lugar durante una hora en la que la temperatura es de 6°C.

Cuadro 2.1 Valor de las temperaturas para cálculo de unidades frío.

Temperatura	Unidades frío
Menor de 1.4°C.	0
de 1.5°C. a 1.4°C.	0.5
de 2.5°C. a 9.1°C.	1.0
de 9.2°C. a 12.4°C.	0.5
de 12.5°C. a 15.9°C.	0
de 16°C. a 18°C.	-0.5
Mayor de 18°C.	-1.0

Este método y concepto de considerar los requerimientos de frío y dar valores diferenciales a las temperaturas fue ideado por Richardson *et al.*, 1974.

Evaluación de nuevos materiales de árboles frutales.

Oukabli et al., (1998), describen que durante 1987-1991 se realizó una evaluación de 27 cultivares de manzano introducidos a Marruecos y desarrollados en una región con inviernos moderados, con la finalidad de caracterizarlos fenológicamente. Los cultivares presentaron diferentes modelos de crecimiento y desarrollo de los estados fenológicos, caída de hojas, período de rompimiento de las yemas y la fecha de floración así como la formación de los órganos de los frutos, comenta que las variaciones pudieron estar relacionadas con el origen genético y ecológico de los cultivares. La ausencia de bajas temperaturas afectó el desarrollo de los estados fenológicos y el crecimiento de los órganos de la fruta.

Por su parte, **Kosina (1998)** demostró que pueden tenerse diferencias muy marcadas en la productividad de los materiales genéticos de manzano dependiendo de los patrones que se utilicen, encontrando grandes diferencias en el comportamiento vegetativo de los árboles, además de sus rendimientos.

Dominique (1996) y **Gregory (1995)** realizaron un estudio de pedigrees de diversos materiales con la finalidad de encontrar un grado de diversidad genética existente en los diferentes cultivares de manzano, y reportan que los materiales más comúnmente encontrados en las mezclas o hibridaciones son: Cox's Orange Pipin, Golden Delicious, Red Delicious, Jonathan y McIntosh.

Metodología para la obtención de nuevos materiales en árboles frutales.

Ploudiv (1983), menciona dentro de su Metodología para la obtención de nuevos materiales en árboles frutales considera entre otros los siguientes parámetros a evaluar:

Floración

Principio de floración: Cuando el 5 por ciento de las flores han abierto.

Principio de plena floración: Cuando el 25 por ciento de ellas han abierto.

Final de plena floración: Cuando el 75 por ciento de ellas han abierto.

Final de floración: Cuando el 5 por ciento no han abierto.

Tiempo del período de floración a cosecha

Desde que el 5 por ciento de las flores han floreado hasta la cosecha.

Tiempo del período vegetativo

Se cuenta en días desde el inicio de la brotación de las yemas vegetativas hasta el final de la caída de las hojas. (Cuando se han caído más del 75 por ciento de las hojas)

Los árboles se pueden agrupar de acuerdo con su período vegetativo en:

Corto.

Medio.

Largo.

Características morfológicas

Se seleccionan las plantas con más perspectivas,

Color del tronco

Crecimientos

Hojas y flores

Distancia entre nudos hojas, yemas y flores

Forma de hojas y frutos

Calidad del fruto

Para medir la calidad de la fruta se llevan a cabo:

Mediciones en la fruta:

Se toma una muestra de 15 a 30 frutos en muy raras ocasiones hasta 50 y se les determina el peso, largo y ancho (volumen), en las drupas además se mide el hueso y en las nueces lo duro y grueso del ruezno

Evaluación comercial

Forma, color, consistencia, sabor y aroma. Esta evaluación es anónima por la comisión de degustación

Análisis químico

Se toman de 1.5 -2.0 Kg de fruta (No menos de 10 frutos), se empacan, identifican y se anota la fecha de cosecha, se llevan a laboratorio inmediatamente después de la cosecha y se conservan en refrigeración hasta el momento del análisis, esto debe hacerse en la época de plena producción durante 2 o 3 años y se determina materia seca, azúcares y acidez.

Conservación

Se toman de 20-50 Kg de frutos, se ponen en refrigeración en cajas desinfectadas en condiciones de humedad y temperatura adecuadas, se observan la presencia de

enfermedades, deshidratación y pérdidas.

Al principio y al final del almacenamiento se hacen análisis químicos y finalmente análisis degustativo.

Aptitud de industrializarse

Se industrializa en almíbar, jugos, néctares, mermelada, secos, congelados. Se utilizan 15 Kg en pomos y 10 Kg en drupas. Todos estos productos se evalúan por el comité de degustación.

La variedad

Es un conjunto de individuos multiplicados por semilla que conservan un gran grupo de caracteres comunes que los identifican claramente. Entre las plantas frutales hay pocos casos, como algunos nogales chilenos, papayo y palmas. Cuando esta variedad es seleccionada y cultivada pasa a ser un cultivar. (cultivated variety) (**Requejo, 1988**)

Clon

Es un grupo de individuos con idéntico genotipo (gr. herencia y modelo) propagados vegetativamente a partir de una planta, una yema, o una semilla seleccionada, sin sufrir mutación, que pueden manifestar alguna pequeña diferencia en el fenotipo (gr. aspecto) transitoria por efecto del medio. En fruticultura práctica se usan variedad, cultivar y clon como sinónimo.

Identificación varietal

La clasificación botánica tradicional ha estado basada generalmente en las características morfológicas que suelen estar ordenadas en claves para facilitar el trabajo. Este método permite llegar hasta el nivel de variedad en numerosos casos, pero a veces ello es difícil. En tales casos la ultra estructura y las características de la exina del grano de polen ha sido de utilidad como para separar los géneros *Vaccinium* y *Vitis* (Maas, 1977), *Malus*, *Pyrus*, y *Prunus* (Fogle, 1977 a, b), especies de manzano (Martens y Fretz, 1980), especies de peral (Weswood y Challice, 1977), grupos de durazno (Clara Marcucci *et al.*, 1984)

Además de las características morfológicas y fisiológicas (Galet, 1976) las plantas frutales pueden identificarse por la composición química, isoenzimática y nucleica (**Royo *et al.*, 1994**)

Medición de las horas frío.

Laborde (1987), menciona que las especies frutales deciduas generalmente son originarias de zonas templadas y cuando estas crecen bajo condiciones subtropicales, sus requerimientos climáticos pueden no ser satisfechos y su crecimiento y desarrollo reducidos. Las prácticas culturales destinadas a promover la brotación de las plantas se hacen necesarias en estas áreas con inviernos pobres. Es necesaria la selección del cultivar apropiado para obtener genotipos más compatibles con el clima. Algunas plantas

que parecen tener buena adaptación al clima, pueden requerir tratamiento químico o cultural para romper su descanso en inviernos cálidos. Las prácticas para rompimiento del descanso en orden de plena efectividad, deben ser aplicadas en el tiempo óptimo. Algunas pueden tener una ventana de acción de tan solo unos días. Por lo tanto, la necesidad de métodos confiables para evaluar la respuesta de los árboles a las condiciones ambientales durante el descanso es importante para el desarrollo del fruto en latitudes bajas.

Debido a que el manzano procede de climas fríos, es más propio para cultivarse en éstos que en los muy templados, ya que puede ser susceptible al efecto de las heladas primaverales. Si no se utilizan variedades de floración tardía o escalonada, puede perderse parte o la totalidad de las cosechas. El manzano tolera temperaturas por debajo de los $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$, sin que estas afecten su corteza, no obstante, los descensos por debajo de $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ pueden dañar algunas yemas florales. (**Juscafresa 1973 y Luckwill 1976**). No obstante, el reporte de (**Ketchie y Kammereck 1995**) menciona que algunos cultivares como Braeburn pueden soportar hasta $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ y otros presentan muerte de algunas de sus partes anatómicas con diferentes niveles de temperaturas.

El manzano tiene requerimientos de entre 800 a 1000 horas frío dependiendo de la variedad, con una temperatura umbral de 7 grados centígrados y un uso consuntivo de 112 centímetros de agua. (**Sagar, 1998**).

Ryugo, (1993) comenta que la necesidad de la yema para pasar a través de la condición de reposo es una condición evolutiva, un mecanismo de seguridad, para garantizar que la yema no crezca mientras existan condiciones de un clima inadecuado.

La duración de la exposición al frío requerida para reiniciar un crecimiento de brote normal en la primavera se le conoce como reposo y la cantidad de frío necesaria para satisfacer este reposo se conoce como requerimiento de frío. Las horas de frío requerido para la obtención de un 50 por ciento de brotación en las yemas de un brote se considera el momento en el que el requerimiento de frío ha sido satisfecho para ese cultivar en particular.

Para el dato total de horas frío puede sumarse pequeños o largos lapsos continuos que impliquen temperaturas bajas. Sin importar que la suma sea obtenida de los índices de frío que se presenten en el día o la noche. **(Calderón, 1989)**

Hutchins propuso en 1932 la temperatura de 7.2 °C, como límite para la acumulación de la acción positiva, a la que llamó acción frío. En 1934, Weldon observó la existencia de una correlación positiva entre la temperatura media de los meses de diciembre y enero con respecto a la brotación retrasada. En 1950, Weinberger creó el concepto de horas frío, contando el número de horas transcurridas entre los meses de noviembre, diciembre enero y febrero. En 1967 publicó un índice modificado en el cual la acumulación se calculó para los meses de diciembre y enero. **(Laborde, 1987)**

Modelos de Unidades Frío.

Diversos métodos evolucionaron a partir del concepto inicial de Weinberger 1967, como los de Damota, Bidabe y Tabuena. Por ejemplo, el **Método de Damota**, que ha sido el más popular en México, utilizó un ajuste de regresión para calcular la acumulación mensual por medio de la fórmula:

Método de Damota.

Este método se aplica mediante el uso de la siguiente fórmula:

$$HF = 485.1 - 28.52 (X)$$

Donde: **HF** = Horas Frío.

X = Temperatura media del mes (Noviembre - Febrero)

En 1974 Richardson et al, formularon una idea evaluando el efecto de la temperatura en invierno en el desarrollo del descanso de los árboles frutales caducifolios y lo publicaron de manera que es conocido como “**Modelo de unidades frío de la Utah**”. Básicamente es un modelo para acumular frío por medio de las unidades frío. En dicho modelo.

Una unidad frío (hf) es considerada como la acumulación de frío que tiene lugar durante una hora en la que la temperatura es de 6°C. Sin embargo, se da igual valor a las temperaturas comprendidas entre los límites citados de 2.5 a 9.1 °C.

La acumulación de frío entre 2.4°C. y 1.5 °C. se cuantifica a razón de 0.5 unidades frío por cada hora. A temperaturas por debajo de 1.4 °C. no se les da ningún valor como efecto de frío invernal.

A las temperaturas comprendidas entre 9.2°C. y 12.4 °C. se les da el valor de 0.5 unidades frío por cada hora. siendo de 0 el que se otorga cuando la temperatura está entre los 12.5°C. y 15.9 °C.

Cada hora en que la temperatura haya estado entre 16°C. y 18 °C. se cuantifica en forma negativa. con el valor de -0.5. mientras que se da el valor de -1 unidad frío para la acumulación total a las horas en que la temperatura se encuentre arriba de 18°C. Los valores de las diversas temperaturas se expresan con mayor claridad en la siguiente tabla:

Valor de las temperaturas para cálculo de unidades frío.

Temperatura	Unidades frío
Menor de 1.4°C.	0
de 1.5°C. a 1.4°C.	0.5
de 2.5°C. a 9.1°C.	1.0
de 9.2°C. a 12.4°C.	0.5
de 12.5°C. a 15.9°C.	0
de 16°C. a 18°C.	-0.5
Mayor de 18°C.	-1.0

(Laborde, 1987).

Método de Crossa-Raynaud.

En este método el cálculo de horas frío se realiza de manera directa con base en los datos de temperaturas máximas y mínimas diarias observadas. La suma de los datos de horas frío calculados durante los meses de noviembre, diciembre, enero y febrero proporcionan el dato total de horas frío presentadas durante el invierno respectivo.

La fórmula es la siguiente:

$$H_f = \frac{7 - M}{M - m} \times 24$$

Donde: HF = horas frío presentadas cada día.

M = temperatura máxima diaria.

m = temperatura mínima diaria.

Este método representa una mayor cantidad de operaciones aritméticas por realizar, las cuales, sin embargo, son muy sencillas. El número 7 representa la temperatura umbral que se considera para la cuantificación de horas frío.

Método de Sharpe

Este método se basa en una correlación de las temperaturas medias mensuales en el invierno usando los datos de noviembre a febrero y el número de horas frío acumuladas.

No se usa una fórmula de cálculo, sino que se emplea una tabla preparada por el doctor Sharpe con base en observaciones personales por él realizadas en Florida, Estados Unidos. A esa tabla se entra con los datos de las temperaturas medias mensuales obtenidas y se encuentra directamente el dato de horas frío acumuladas de cada mes.

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

Cuadro 2.2 Estimación de las unidades frío según el método del Dr, Sharpe.

Temperatura media mensual en °C.	Horas frío acumuladas en el mes.
7.8	395
8.9	353
10.0	311
11.1	270
12.2	230
13.3	190
14.4	152
15.6	115
16.7	79
17.8	47
18.9	23

20.0

0

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

Método de Weinberger.

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

Existe una tabla de correlación en la que están consideradas las horas frío, desde 0 hasta 1650, escalonadas cada 50 horas frío. Esta tabla es de muy fácil uso, y resultado de una gran necesidad, sobre todo en lo que se refiere a bajas acumulaciones de frío, abajo de 450 horas frío, que no fueron consideradas por Weinberger y que representan la normalidad en regiones subtropicales como muchas de nuestro país y otros países latinoamericanos.

El cuadro de correlación es el siguiente:

Cuadro 2.3 Estudio de correlación entre el número de horas frío y el promedio de temperaturas medias de diciembre y enero.

Promedios extrapolados		Promedios interpolados		Promedios extrapolados		Promedios interpolados	
Horas frío acumuladas	Temp. media dic-ene °C	Horas frío acumuladas	Temp. media dic-ene °C	Horas frío acumuladas	Temp. media dic-ene °C	Horas frío acumuladas	Temp. media dic-ene °C
0	17.6	450	13.2	900	9.4	1350	6.3
50	17.1	500	12.8	950	9.0	1400	6.0
100	16.6	550	12.3	1000	8.6	1450	5.7
150	16.1	600	11.8	1050	8.3	1500	5.4
200	15.6	650	11.4	1100	7.9	1550	5.1

250	15.1	700	11.0	1150	7.6	1600	4.8
300	14.6	750	10.6	1200	7.2	1650	4.6
350	14.1	800	10.2	1250	6.9		
400	13.6	850	9.8	1300	6.6		

Como puede observarse, según este método no hay acumulación de horas frío cuando el promedio de temperaturas medias de los meses de diciembre y enero es de 17.6 o más elevado. (Calderón, 1989).

Harrington, et al. (1994) realizó estudios sobre los mejores métodos para la medición de horas frío encontrando entre ocho métodos que el mejor es aquel que involucra temperaturas de -5 hasta 10 °C con pérdidas a temperaturas mayores que 15 °C y menores que -10 °C.

La temperatura

La temperatura condiciona la adaptabilidad de una especie o variedad determinadas, de manera que puede reconocerse para cada genotipo, un umbral mínimo y un umbral máximo, así como una temperatura óptima donde la tasa de desarrollo es máxima. Estas temperaturas son denominadas generalmente *temperaturas cardinales*. Además del desarrollo, la temperatura condiciona el crecimiento y rendimiento de los cultivos. (Villalpando, 1991).

Calderón, (1989), menciona que los datos de temperaturas medias, máximas y mínimas mensuales, sí pueden indicar una situación más real y permiten sacar conclusiones aprovechables, estos datos ya pueden darnos una idea de la oscilación de la temperatura durante el año y de la presencia de límites umbrales para el desarrollo de las plantas.

Westwood, (1982) dice que el período de descanso o reposo de las plantas es un mecanismo desarrollado por estas para soportar las bajas temperaturas de la zona

templada y que este reposo comprende tres etapas muy importantes, las cuales son;

Ecodormancia o quiescencia: Se presenta cuando las yemas permanecen latentes a causa de condiciones externas desfavorables al crecimiento (por ejemplo, temperatura, agua disponible, fotoperíodo).

Paradormancia o inhibición correlativa: Se presenta cuando las yemas no crecen por la acción inhibitoria de otra parte de la planta (por ejemplo, la latencia de las yemas laterales debido a la dominancia del brote terminal o dominancia apical).

Endodormancia o reposo: Cuando las yemas están latentes a causa de condiciones fisiológicas internas que impiden el crecimiento incluso si las condiciones externas son favorables al mismo. Temperaturas bajas por encima de cero grados centígrados conducen a la salida del reposo.

Rompimiento del reposo

Para que el manzano brote adecuadamente en la primavera se requieren dos condiciones fundamentales indispensables:

- a) Que hayan sido satisfechas sus necesidades de frío invernal.
- b) Que se presenten temperaturas favorables para el crecimiento.

Con respecto a las temperaturas favorables, se considera como necesidad la existencia de un cierto número de días con temperaturas medias que no bajen de 10 °C, considerándose este como el límite inferior. Se ha observado que no solamente el frío recibido tiene influencia sobre la ruptura del reposo, sino también la edad de la yema y su posición en el árbol, siendo las yemas más jóvenes, las terminales y las más cercanas

a ellas las que presentan más facultad para brotar (Dominancia apical), (**Lang, 1987 y Calderón, 1989**)

Medición de las unidades calor.

BIBLIOTECA
Ing. Aroldo I. Rumayor Flores

Temperatura del desarrollo

El crecimiento de la planta requiere de una temperatura favorable. La cantidad de fotosintatos elaborados por las hojas depende en gran parte de las temperaturas. A temperaturas por arriba del punto de congelación de la hoja se produce una cantidad relativamente baja de alimento, y a medida que la temperatura aumente se llega a un punto máximo de producción del mismo. Por otro lado, si la temperatura aumenta sobrepasando el punto máximo óptimo de producción, se llega a un punto de decadencia de la planta (**Schneider, 1971**).

La temperatura afecta varios procesos fisiológicos en una planta, desde fotosíntesis hasta el índice elevado de agua y nutrientes desde la raíz, además de los niveles hormonales (**Jackson y Sweet, 1972**). Mientras que: (**Tamaro, 1979**), menciona que la intensidad y rapidez de los procesos vegetativos dependen del grado de calor aprovechable en los periodos decisivos para la vida de la planta como son: brotación de yemas floración, desarrollo y madurez del fruto. **Vidal (1984)**, comenta que el periodo de desarrollo también se conoce como periodo de primavera-verano, esencialmente el periodo de brotación, floración y formación de fruto. El manzano abre sus flores cuando

la temperatura alcanza 21 °C durante 25 días; alcanzando un buen cuajado de fruto cuando las temperaturas máximas alcanzan de 22 a 23 °C (**Calderón, 1989**).

Unidades térmicas.

El uso de la temperatura tiene que ser expresado, además de la forma tradicional, en forma de índices; uno de los índices agrotérmicos más empleados son las unidades térmicas. (**Villalpando, et al. 1991**).

El éxito del concepto de (UC) depende de la estrecha relación que existe entre temperatura-radiación solar y temperatura-fotoperiodo. En el siglo XVIII, el concepto de sumas de temperaturas, conocido como unidades calor (UC), grados día (°D) o unidades térmicas del crecimiento, se utilizaba para describir la influencia de la temperatura sobre la fenología de las plantas. (Hodges, 1979; Monteith, 1984) citados por (**Basurto, 1990**).

Las unidades calor (UC) ofrecen un medio para monitorear el progreso y desarrollo del cultivo y una alternativa como indicador del progreso de éste, puesto que la temperatura media es suficiente para permitir el cálculo correspondiente. Para determinar las (UC), contar con la temperatura base para el cultivo correspondiente es de suma importancia si el método será empleado con fines predictivos. Los sistemas de predicción para maduración, son empleados para diferentes cultivares entre los que se encuentran: tomate, pepino, plantas ornamentales como el rosal; sin faltar los frutales de zonas templadas como chabacano, ciruelo, peral, durazno y principalmente el manzano

(O'Rourke, 1987).

Montañez, (1993) considera que muchas ecuaciones de predicción no son aplicables a ciertas áreas climáticas, y que en muchos sistemas de predicción, crecimiento y desarrollo se consideran preferentemente como una función de la temperatura y/o floración. Entre los frutales caducifolios, el manzano requiere de índices más bajos de temperatura media en los meses de verano. Para la buena formación de frutos, adecuada maduración e incluso formación de coloración, son inapropiadas las temperaturas en el orden de 25 a 30 °C, en cuyas condiciones el crecimiento del fruto en lugar de ser acelerado es retardado, quedando de reducido tamaño y presentando diversos grados de alteraciones fisiológicas. Por tal motivo, el manzano requiere de veranos frescos y prolongados con temperaturas medias entre los 20 a 25 °C.

Métodos térmicos fenológicos.

Para el cálculo de las unidades térmicas se han propuesto varios métodos, entre los que se tienen; el Básico, Residual y 10/30, Directo, Fisiológico, Exponencial, etc. Cada uno de los cuales tiene un fundamento científico diferente. En evaluaciones de métodos, se ha llegado a la conclusión que los métodos Básico, residual y 10/30, han dado los mejores resultados, es decir, su ajuste con los requerimientos de los cultivos son más aceptables. La descripción de los métodos mencionados se presenta a continuación:

Método Básico.

Se conoce también como método de temperaturas medias, es el más sencillo, ya que para su cálculo requiere de las temperaturas máximas y mínimas diarias, divididas entre dos, permitiendo hacer el cálculo por etapa fenológica o bien de forma total a la finalización del ciclo de cultivo. La formula que se emplea en éste método es la siguiente:

$$U. C. = \sum_{i=1}^n (t_i)$$

Donde: U. C. = Unidades Calor

t_i = Temperatura media diaria = (Temp. Max. + Temp. min.)/2.

Método Residual

Este método requiere como parámetros; temperaturas máximas y mínimas, así como una temperatura base o umbral mínimo, el cual depende de cada especie y debajo de la cual el crecimiento y desarrollo se inhiben. En este caso se utiliza la formula:

$$U. C. = \sum_{i=1}^n (t_i - T_{ov})$$

Donde: U. C. = Unidades Calor

t_i = Temperatura media diaria

t_i = (Temp. Max. + Temp. min.)/2.

T_{ov} = Umbral mínimo del cultivo para su desarrollo (Manzano = 7 °C)

Método 10/30

Este método es conocido así debido a que solamente acepta temperaturas que van de los 10 a los 30 °C para ser contabilizadas sus U. Térmicas, quedando claro que en caso de que la temperatura mínima sea inferior a los 10 °C, se sustituirá en la fórmula por 10 °C. Se procederá de igual forma si la temperatura rebasa los 30 °c, quedando este valor en la fórmula el factor 10 es una constante definida. Para calcular las U. C. Se utilizará la siguiente formula:

$$U. C. = \sum_{i=1}^n (\text{temp. max.} - \text{temp. min.} / 2)$$

Nota: Cabe señalar que el método que se decida utilizar para el cálculo de las U. C. Sea definitivo para una entidad o predio específicos y así evitar complicaciones al interpretar los resultados (CIAN-SARH, 1981-82).

Medición de la calidad de fruto

Calidad del fruto

Moore y Janick, (1988), mencionan que dentro de la calidad del fruto se tienen

diversos atributos que difieren con la variedad en cuestión, y mencionan algunos de ellos como los principales a considerar dentro de un programa de mejoramiento y/o selección de materiales genéticos de frutales. Además (**Janick, et al., 1995**), citan una descripción adecuada de materiales genéticos de manzano “Co-op 32’ conocido también como PRI 2946-1.

Color

Determina la aceptación en el mercado de la mayoría de las frutas, así como su apariencia, ya que otros atributos como textura y sabor no son evaluados sino hasta más tarde, cuando el producto es consumido.

Tamaño y forma

Moore y Janick, (1988), citan que es una característica muy importante para los frutos que serán procesados industrialmente. (**Kramer y Twigg, 1970**) señalaron varias maneras de medir el tamaño y forma de los productos crudos; densidad, peso, ancho, longitud, diámetro, simetría etc.

Sabor

Este es uno de los principales atributos de la calidad del fruto, no obstante, es un parámetro que va ligado a muchos otros, sin embargo, se afirma que el sabor es el factor que por si mismo es el más importante componente de la calidad en los productos

procesados (**Moore y Janick, 1988**). Mientras que (**Miller, et al., 1994**) mencionan que la concentración de moléculas de sabor son altas en frutos de bajo y moderado tamaño , así como en aquellos frutos que estuvieron sometidos a plena incidencia solar aunado a una mayor madurez del fruto.

Firmeza

La firmeza de una manzana o de una pera se determina con ayuda de un penetrómetro. Este aparato consta de un muelle que indica en libras o kilogramos el esfuerzo realizado al comprimir el fruto. El muelle se acciona por un vástago cuyo extremo destinado a clavarse en el fruto suele medir unos 8 mm de diámetro.

Para manejar el aparato: Se quita la cutícula de una zona y se aprieta el émbolo contra la pulpa hasta que penetre repentinamente; el desvanecimiento de la resistencia parece reflejado por el muelle calibrado, diciéndose que el fruto tiene una dureza de tantas libras o kilogramos.

En las regiones cuyo clima varía poco de un año a otro durante la época de la recolección, las manzanas y peras alcanzan la madurez con una dureza uniforme pero las variaciones de tiempo propias del Reino Unido hacen que el mismo estado de sazón se modifique de una campaña a otra. El penetrómetro resulta útil para juzgar el grado de madurez del fruto pero no para fijar la fecha exacta de la recogida (**Fidler, 1980**).

Por otra parte. **Moore y Janick, (1988)**, dicen que esta propiedad es una característica o atributo relacionado con la composición de las paredes celulares y tejidos

que las rodean y la definición de esta propiedad física, así como otras propiedades químicas, son de utilidad para el genotecnista, para decidir acerca de las nuevas líneas genéticas cuando se selecciona por firmeza en frutales como durazno, manzano y fresa.

Sólidos solubles totales (SST) y acidez

Aunque los parámetros descritos en este apartado no tienen efecto directo sobre los °Brix de la mayoría de las frutas, son aspectos importantes de considerar en la genotécnica para calidad de fruta. La dulzura es una de las cuatro dimensiones del sabor a las cuales nosotros respondemos. Los SST se usan como una de las pruebas de calidad en las industrias procesadoras de alimentos al comprar productos crudos. Las evaluaciones subjetivas de SST y acidez deberían ser llevados a cabo rutinariamente en todo programa de mejoramiento genético de frutales (**Moore y Janick, 1988**).

La cantidad total de sólidos solubles contenidos en el jugo se determina mediante un refractómetro portátil y la acidez se mide por titulación frente a una solución alcalina. La relación existente entre los sólidos totales y la acidez ha sido llamada "índice de madurez", que resulta válido para uvas y naranjas pero no para manzanas y peras. El nivel de almidón en las dos últimas disminuye rápidamente al acercarse la fecha correcta de la recolección por transformarse en azúcar, con lo que aumenta la longitud del índice. La cantidad de almidón que se convierte en azúcar en el plazo de unos días depende relativamente de su presencia en el fruto, por lo que dicho valor puede modificarse significativamente de un año a otro. (**Fidler, 1980**)

CARACTERIZACIÓN FENOLÓGICA Y FENOTÍPICA DE HÍBRIDOS DE MANZANO

(*Malus domestica* Bork)

José Antonio Vázquez Ramos¹, Aroldo Isidro Rumayor Flores², Andrés Martínez Cano³, Alfonso Reyes López³, Juan José Galván Luna³ y Fernando Borrego Escalante⁴.

RESUMEN

En híbridos de manzano (*Malus domestica* Bork.) sometidos a estudio fenológico en Aguanueva, Coahuila, México, se determinaron sus requerimientos de horas frío (HF), brotación floral y foliar, periodo de floración (PF), periodo de floración a cosecha (PFC) y algunas características de calidad del fruto utilizando la "Metodología de Identificación de Nuevos Cultivares de Frutales (Ploudiv, 1983)". Se encontraron materiales con requerimientos de frío desde 200 hasta 650 (HF) cuando se sometieron a una prueba de condiciones controladas de frío. Estos materiales son: AR-109 (200 HF), AR-116 (300 HF), AR-108 (300 HF), AR-147 (300 HF), AR-144 (550 HF) y AR-160 (650 HF), mientras que el testigo, Mutante Aguanueva II, (500 HF). En condiciones invernales del año 2000 con tan sólo 168.76 (HF), algunos materiales presentaron una brotación y producción superiores al testigo. Las fechas de brotación comprenden entre 30 días antes que el testigo Aguanueva II, como el híbrido AR-147, y 34 días después en el caso del híbrido AR-151, ubicando de esta manera a los materiales como; Tempranos con respecto al testigo: AR-16-S (24 días), AR-130 (14 días) y AR-147 (30 días). Similares al testigo: AR-144, AR-103 y AR-127. Más tardíos que el testigo: AR-111 y AR-130-B. Los periodos de floración a cosecha (PFC) van desde 39 días antes que el testigo; como AR-160, y 38 días después para AR-151. Ubicando a los materiales de acuerdo con esta característica en: PFC corto: AR-111 y AR-129; PFC intermedio o similar al testigo, AR-44-S y AR-103; PFC largo, AR-16-S y AR-151.

Ramiro Mendoza 927, Privada Santa María, Zona Centro, Saltillo, Coahuila, México C. P. 25000, Tel (8) 410-7101, e-mail, javaza@todito.com
 Propietario del centro experimental, Turín 315, Col. Villa Olímpica Saltillo, Coahuila, México C. P. 25230, Tel (8) 415-4004
 Departamento de Horticultura UAAAN Buenavista, Saltillo, Coahuila, México C. P. 25315, Tel (8) 417-3022
 Departamento de Mejoramiento UAAAN Buenavista, Saltillo, Coahuila, México C. P. 25315, Tel (8) 417-3022

Estos híbridos tienen características muy particulares de fruto. Algunos híbridos presentan gran potencial que representaría un ahorro considerable para el fruticultor, puesto que no requieren grandes cantidades de compensadores de frío para su brotación y tienen PFC de tan sólo 90 a 165 días. Y al presentar bajos requerimientos de frío, se podrán establecer en localidades donde antes no fue posible su cultivo.

Palabras clave: *Malus doméstica*, caracterización, fenología, híbridos.

PHENOLOGICAL AND PHENOTYPIC CHARACTERIZATION OF APPLE HYBRID (*Malus domestica* Bork)

In hybrid of apple (*Malus domestica* Bork.) subjected to study phenological in Aguanueva, Coahuila, Mexico, their requirements of hours cold were determined (HF), shoot flower and foliate, period of flowering (PF), period of flowering to crop (PFC) and some characteristics of quality of the fruit using the "Methodology of Identification of New Cultivar's of Fruit-bearing (Ploudiv 1983). they were material with requirements of cold from 200 up to 650 (HF) when they underwent a test of controlled conditions of cold. These materials are; AR-109 (200 HF), AR-116 (300 HF), AR-108 (300 HF), AR-147 (300 HF), AR-144 (550 HF) and AR-160 (650 HF), while the witness, Mutant Aguanueva II, (500 HF). Under winter conditions of the year 2000 with so alone 168.76 (HF), some materials showed a bud break and production superiors to the witness. The bud break dates understand between 30 days before the witness Aguanueva II, as the hybrid AR-147 and 34 days later in the case of the hybrid AR-151, locating this way to the materials as: Early with regard to the witness: AR-16 - S (24 days), AR-130 (14 days) and AR-147 (30 days). Similar to the witness; AR-144, AR-103 AND AR-127. Later than the witness; AR-111 AND AR-130-B. The flowering periods to crop (PFC) they go from 39 days before the witness: as AR-160 and 38 days AR-151 stops later. Locating to the materials

according to this characteristic in: Short PFC: AR-111 AND AR-129; PFC intermission or similar to the witness; AR-44-S AND AR-103; Long PFC: AR-16-S AND AR-151. These hybrid ones have characteristic very peculiar of fruit. Some hybrid ones present great potential that would represent a considerable saving for the producer, since they don't require big quantities of compensators of cold for their bud break and they have PFC of so alone 90 to 165 days. And when presenting low requirements of cold, they will be able to settle down in towns where before it was not possible their cultivation.

Words key: *Malus doméstica*, characterization, phenology, hybrid.

INTRODUCCIÓN

En todo lugar que las condiciones climatológicas, suelo y humedad sean favorables, pueden desarrollarse y producir las especies frutales, ya sean perennes o deciduas, sin importar la especie y lugar de origen. Es el clima, sin lugar a dudas, el que determina los límites de distribución de las especies, y éste es regulado por un gran número de factores como; dirección del viento la relación de éste con las masas de agua, el ángulo de inclinación de los rayos solares, el fotoperiodo (Latitud) y la concentración de anhídrido (CO₂) Las especies de clima templado caducifolias se distribuyen principalmente por las latitudes medias, desde los 30° hasta los 50° aproximadamente. Obviamente pueden extenderse a otras zonas de producción que tienen influencia de las grandes masas de agua como en el Oeste de Europa, en donde el océano Atlántico realiza un efecto de calentamiento.

Los frutales plantados en latitudes inferiores a los 35° deben tener pocas necesidades de frío o cultivarse a altitudes determinadas para que puedan obtener la cantidad de frío necesario para su salida del estado de reposo. México es un país ubicado dentro de esta zona, la mayoría de

los frutales de hoja caduca se cultivan mejor en las zonas templadas, pero el éxito de éstos en otros tipos de climas como el árido o húmedo, depende de los requerimientos específicos de la especie y de la manera en que el fruticultor pueda alterar o influir sobre el ambiente natural para satisfacer las necesidades o requerimientos de las especies que maneja.

La mayor parte de las zonas frutícolas de México cuentan con inviernos muy irregulares, debido principalmente a la marcada diferencia entre las temperaturas máximas y mínimas diarias y a la fuerte insolación que se presenta en pleno invierno, la cual contrarresta el frío acumulado con las bajas temperaturas obtenidas durante el periodo de preparación de los árboles frutales para la brotación, las cuales son muy pocas.

Los últimos años se han caracterizado por presentar temperaturas cada año más altas durante el periodo de reposo de los árboles caducifolios, las regiones manzaneras de Aguanueva y Arteaga, Coahuila, presentan también las condiciones climáticas mencionadas, por lo que la brotación de los árboles de manzano es también más deficiente cada año, tanto en el aspecto floral como en el foliar, todo ello va en detrimento de los árboles en estos huertos y de igual manera la economía de los fruticultores de las regiones manzaneras del país. Considerando que en México hay poca producción de cultivares o variedades que se adapten adecuadamente a las condiciones predominantes de las regiones productoras de este frutal por lo que se hace necesario dar solución a este problema que afecta directamente la economía del productor.

Mediante la caracterización fenológica podemos obtener genotipos con los requerimientos climáticos para adaptarse a las condiciones mencionadas, logrando una brotación floral y foliar adecuadas, obteniendo importantes ahorros para el productor en cuanto al manejo de los huertos así como una calidad de fruto aceptable.

Aunque algunas especies de manzano no presentan demasiada resistencia al frío, el manzano cultivado *Malus pumilla* Mill. es uno de los frutales de la zona templada más

resistentes. Sus necesidades de frío invernal para la salida del reposo (600 - 1200 HF) son lo suficientemente elevadas como para hacer que su cultivo resulte inadecuado para latitudes con inviernos templados (Westwood, 1982)

La temperatura óptima para satisfacer el requerimiento de la mayoría de los frutales de clima templado está entre los 0 - 7 °C, y es mayor para otras cuantas (Moore y Janick, 1988).

El requerimiento de frío es relativamente pequeño para plantas nativas de las áreas con inviernos cálidos, así como para las plantas nativas de latitudes altas con inviernos largos y muy fríos. Las plantas nativas de las regiones con inviernos fríos pero fluctuantes tienen mayores requerimientos de frío (Moore y Janick, 1993). La variedad es una de los principales factores que condiciona los resultados económicos de una huerta. De sus características biológicas y adaptabilidad al medio, dependen la cantidad y calidad de producción de fruta. Cada variedad se diferencia con las demás por sus características en relación con el potencial productivo, resistencia a enfermedades, adaptabilidad a las condiciones ecológicas, calidad de fruta y otras. por lo tanto, la variedad es uno de los principales factores en el progreso técnico en la fruticultura (Ploudiv, 1983). En la identificación varietal pueden realizarse también identificaciones morfológicas y fisiológicas por medio del estudio de la composición química isoenzimática y nucleica (Royo *et al.*, 1994).

Los cultivares pueden presentar diferentes modelos de crecimiento y desarrollo de los estados fenológicos, los cuales pueden estar íntimamente relacionados con el origen genético y ecológico de los cultivares (Oukabli *et al.*, 1998). Respecto a lo ecológico, (Harrington *et al.*, 1994) realizaron estudios para determinar los mejores métodos de medición de las temperaturas para determinar la hora frío.

Se dice que las unidades calor (UC) ofrecen un medio para monitorear el desarrollo del cultivo. así como una alternativa indicadora del progreso del mismo (O'Rourke, 1987),. Montañez, 1993, Lumbreras, 1984; y Basurto, 1990).

Por ello se llevan a cabo observaciones fenológicas mediante las cuales se registran las características vegetativas y reproductoras de los árboles frutales sujetos a evaluación. La fenología es el estudio de las relaciones entre el clima y los estadios de la vida animal y vegetal. y el fenotipo es el resultado de esta interacción (Calvo, 1996). Dentro de la fenología de las especies vegetales existen diferentes etapas. y (Ryugo, 1993) define el reposo como una condición interna que impide que el meristemo apical de la planta o eje embrionario de una semilla crezca a pesar de que las condiciones ambientales sean favorables.

BIBLIOTECA
Ing. Aroldo I. Rumayor Flores

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación fue realizada durante los ciclos de producción 2000 y 2001. El sitio de experimentación se encuentra ubicado a 24 Km al sur de la Ciudad de Saltillo, Coahuila. en el municipio de Aguanueva, cuya ubicación geográfica es de latitud 25°15'N y longitud 101°06'W. Su altitud es de 1914 m. Temperatura media anual: 19.2°C y precipitación anual media 146.6 mm. El material vegetativo utilizado en el presente experimento involucró 20 híbridos de manzano con edades de doce años injertados sobre bancos EM-111. los cuales se identifican de la siguiente manera:

Híbrido	Cruza	Híbrido	Cruza
AR - 16	Ana x Gala	AR - 133	T. Beauty x Princesa
AR - 44	Ana x Princesa	AR - 134	Ana x CLR9T10
AR - 103	Ein Shemer x G. Smith	AR - 144	Ana x Liberty.

AR - 108	T. Beauty x Princesa	AR - 147	Legana x Princesa.
AR - 109	Ana x Gala.	AR - 151	Ein Shemer x G. Smith
AR - 111	Ein Shemer x G. Smith.	AR - 152	Ana x CLR4T38
AR - 113	T. Beauty x Princesa.	AR - 153	Ein Shemer x G. Smith
AR - 116	Ana x Gala	AR - 154	Ana x CLR4T38
AR - 127	Ein Shemer x G. Smith.	AR - 159	Y. N. P. x CLR4T38
AR - 128	Ein Shemer x G. Smith.	AR - 160	Ana. x Liberty
AR - 129	Ana x Gala.	Testigo	Aguanueva II.
AR - 130	Ana x Gala		
AR - 130-B	Ein Shemer x Princesa		
AR - 132	Y. N. P. x CLR4T38		

Estos se marcaron eligiendo cuatro de sus ramas, de las cuales dos presentaban crecimientos de uno y dos años, mientras que las otras dos con crecimiento de un año, se contaron sus yemas, diámetro y longitud para iniciar la evaluación. Los materiales utilizados para llevar a efecto las mediciones son los siguientes:

Refractómetro. penetrómetro McCormick. termógrafo Bacharach. balanza Ohaus N. Serie 700. termo-higrómetro RadioShack Cat. No. 23-555. Cinta métrica Marca Stanley. Vernier Stainless hardened F95414. tijeras para podar marca Felco No. 2. refrigerador doméstico marca Mabe de 7 pié³.

Las variables climáticas fueron monitoreadas diariamente con el termógrafo que se ubicó en una garita dentro del huerto fenológico para obtener temperaturas máximas y mínimas con las que se determinó horas frío (HF) utilizando el método de Utah y unidades calor. (UC) las cuales se determinaron por el método residual para los años 2000 y 2001. Las variables fenológicas fueron medidas de acuerdo con la Metodología de Ploudiv. 1983, considerándose: fuerza de

floración en % de yemas florales promedio de las cuatro ramas. Brotación vegetativa, en % de yemas vegetativas promedio de las cuatro ramas. La fecha de floración fue determinada cuando 5 % de las flores abrieron. El período de floración comprendió desde inicio de floración hasta que los árboles presentaban 5 % de flores sin abrir, fueron determinados también el periodo de floración a cosecha y el periodo vegetativo, los cuales incluyen un lapso de tiempo desde inicio de la brotación hasta la cosecha y caída de hojas, respectivamente. La calidad de fruto sólo consideró atributos como peso, diámetro polar, diámetro ecuatorial, firmeza y % de azúcares ($^{\circ}\text{Bx}$), utilizando los métodos convencionales de laboratorio. El rendimiento de los híbridos se determinó mediante la suma del peso de los frutos sin ponderar mediante métodos como diámetro del tronco de las ramas o número de ramas por árbol, sólo se consideró el rendimiento neto de una rama de cada híbrido al igual que en el testigo. Los materiales más sobresalientes de acuerdo con las observaciones se sometieron a un suministro de frío y calor bajo condiciones controladas aplicando un diseño factorial A x B completamente al azar con cinco niveles de frío y cuatro repeticiones en seis materiales híbridos y dos testigos (Gala y Mutante Aguanueva II).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La acumulación de horas frío (HF) y unidades calor (UC) para los años 2000 y 2001 fueron de 168.76 HF y 290.50 HF con acumulaciones de UC de 655.32 y 447.75 respectivamente, para las condiciones de campo. Mientras que la evaluación en condiciones controladas (sólo para el año 2001) demostró respuestas de brotación desde 200 hasta 650 HF con 270 y 180 UC para los materiales AR-109 y AR-160, mientras que para el testigo Mutante Aguanueva II se encontró requerimiento de 500 HF y 270 UC, y el testigo Gala manifestó el efecto de la insuficiencia de frío acumulado como lo muestra el Cuadro 2. Lo anterior coincide con (Lumbreras, 1984), quien reporta 500 HF y 283 UC para el Mutante Aguanueva II. En

cuanto al análisis estadístico, se encontraron diferencias altamente significativas en los tratamientos considerando un coeficiente de variación de 59.08 %, como lo muestra el Cuadro 1.

Cuadro 1. Análisis de varianza del suministro de frío a los materiales híbridos de manzano.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Factor Híbridos	7	46137.45	6591.06	31.97**	0.000
Factor Frío	4	1628.65	407.16	1.97**	0.102
Interacción Híbridos-Frío	28	11168.43	398.87	1.93**	0.008
Error	120	24743.42	206.19		
Total	159	83677.96			

CV = 59.08 %

Cuadro 2. Comparación de medias de brotación vegetativa (%) con los respectivos tratamientos de frío en los cinco niveles de los híbridos (AR) y los testigos bajo condiciones controladas.

AR-116		AR-109		Testigo Gala		AR-108	
Trat.	Media	Trat.	Media	Trat.	Media	Trat.	Media
300 HF	44.79 a	200 HF	61.13 a	200 HF	0.00 a	300 HF	56.06 a
250 HF	36.06 a	350 HF	58.22 ab	250 HF	0.00 a	350 HF	50.86 a
150 HF	29.82 a	300 HF	51.60 ab	300 HF	0.00 a	200 HF	44.23 a
200 HF	23.46 a	150 HF	42.07 ab	350 HF	0.00 a	400 HF	37.27 a
350 HF	19.27 a	250 HF	32.36 b	400 HF	0.00 a	250 HF	34.74 a

AR-147

AR-144

AR-160

Testigo Mutante AN II

Trat.	Media	Trat.	Media	Trat.	Media	Trat.	Media
300 HF	44.47 a	550 HF	44.58 a	650 HF	7.15 a	500 HF	15.06 a
250 HF	41.74 a	500 HF	29.88 ab	500 HF	6.81 a	450 HF	12.82 a
200 HF	30.90 a	450 HF	29.16 ab	550 HF	5.13 a	600 HF	12.50 a
350 HF	28.65 a	350 HF	04.37 b	600 HF	4.79 a	450 HF	09.14 a
400 HF	17.73 a	400 HF	2.50 b	400 HF	0.00 a	400 HF	02.77 a

Nivel de significancia = 0.05

Tukey = 28.14

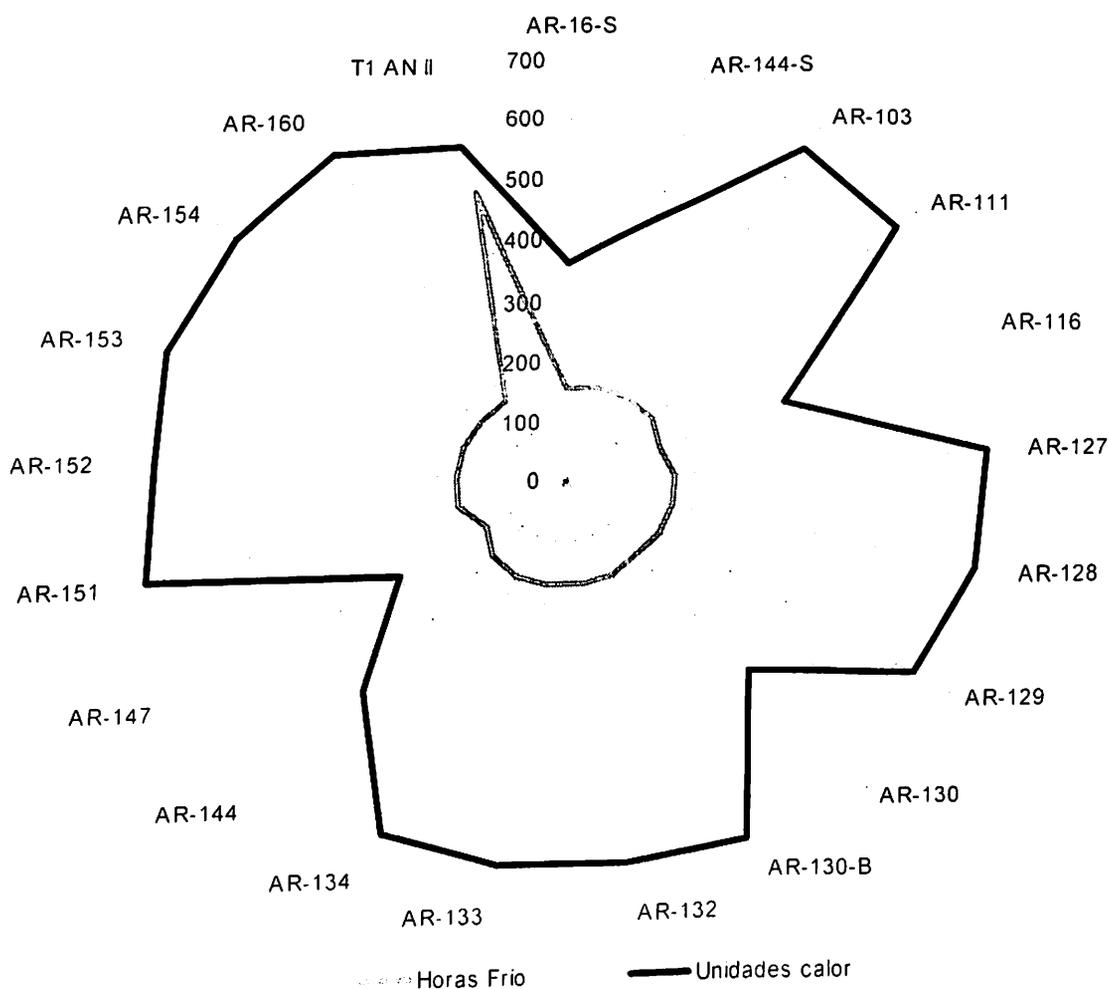


Figura 1. Acumulación de horas frío (HF) y unidades calor (UC) por los híbridos de Aguanueva. Coahuila en el ciclo 2000.

La fuerza de floración para los diferentes híbridos arrojó valores que van desde 0.67 % a 29.325 %, como es el caso de los materiales AR-127 y AR-147, respectivamente, considerándose estos valores como mínimo y máximo dentro del estudio fenológico de floración. Se encontró resultados superiores e inferiores al testigo Aguanueva II, que reportó 17.39 % de floración como se muestra en la Figura 2, puede apreciarse que las diferencias en requerimientos de HF y UC determinan la fuerza de floración, coincidiendo esto con lo reportado por (Villalpando, 1991), quien dice que las temperaturas umbrales máximas y mínimas determinan la tasa de crecimiento y rendimiento de los cultivos desde su brotación.

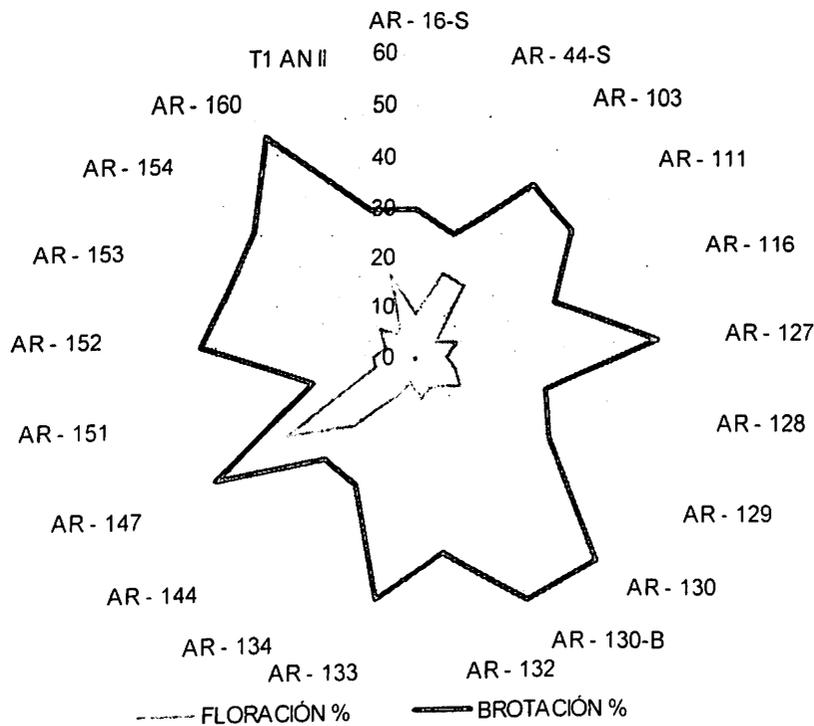


Figura 2. Fuerza de floración (%) y brotación vegetativa (%) de los híbridos de Aguanueva.

Coahuila.

Los resultados en el porcentaje de brotación vegetativa muestran grandes diferencias entre los híbridos y el testigo Mutante Aguanueva II, los cuales cuentan con 53.77 % como superior y 20.78 como mínimo para los materiales AR-130 y AR-151, respectivamente, contra un 31.13 % de brotación del material testigo (Figura 2). Los materiales que superan al testigo en su brotación son; AR-103, AR-127, AR-130, AR-130-B, AR-133, AR-147, AR-152, y AR-160, mientras que los materiales con menor % de brotación que el testigo son: AR-16-S, AR-44-S, AR-111, AR-116, AR-128, AR-129, AR-132, AR-134, AR-144, AR-151, AR-153 Y AR-154 (como se muestra en la Figura 2). Los materiales utilizados en el experimento para evaluación del frío presentan mejores resultados que los de campo, lo cual indica que el invierno del año 2000 no fue suficiente para algunos de estos materiales, propiciando su brotación deficiente, lo cual coincide con lo descrito por (Ryugo 1993; Kosina 1998; Dominique 1996; y Gregory 1995), quienes demostraron que pueden tenerse diferencias muy marcadas en los materiales genéticos de manzano, dependiendo de los materiales utilizados como bancos, y de su origen genético. En cuanto a las fechas de floración de los híbridos de manzano, se pudo encontrar resultados igualmente diversos, encontrando materiales más tempranos que el testigo Mutante Aguanueva II. Destacan los materiales AR-16-S, AR-44-S, AR-116, AR-144, AR-130 y AR-147, los cuales brotan desde 11 hasta 30 días antes que el testigo, es decir, desde la tercera semana de enero hasta la segunda semana de febrero, mientras que el testigo brotó en la última semana de febrero, otros más tardíos que éste (desde 34 días), siendo éstos híbridos AR-147 y AR-151 (Cuadro 3). Los materiales tardíos para brotar son: AR-160 (primera semana de marzo) y AR-151 (última semana de marzo), encontrando así una amplia gama de materiales, lo cual coincide con lo reportado por (Villalpando, 1991), quien menciona que esta variable está íntimamente relacionada con el periodo de floración y el periodo de floración a cosecha.

El periodo de floración de algunos materiales fue de tan sólo 8 días, como es el caso de los materiales AR -128, AR -129 y AR -130. Mientras que otros como AR - 154 y AR - 147 presentaron periodos de 16 y 17 días, respectivamente, mientras que el testigo presentó 21 días (Cuadro 3). Lo anterior presenta alta relación con las unidades calor y requerimientos de horas frío como lo mencionan (Ian, 1994; y Oukabli *et al.*, 1998), al comentar que el periodo de desarrollo, conocido también como periodo de primavera-verano, se ve impactado por las temperaturas bajas del invierno y las temperaturas de desarrollo, las cuales originan diferencias en la maduración y tamaño final del fruto.

Con respecto al periodo de floración a cosecha y periodo vegetativo, se encontraron periodos que comprenden desde los 90 días (AR - 160 y AR - 130-B), hasta los 167 días, como es el caso del híbrido (AR - 151) que sobrepasa al testigo con 38 días. Por otro lado, se encontró periodos vegetativos de 265 a 354 días, tales son los casos de los materiales AR-111 y AR-147, respectivamente, los cuales contrastan contra 324 días de período vegetativo del testigo. (Los aspectos fenológicos se muestra en el (Cuadro 3). Lo anterior se asemeja a lo reportado por (Westwood, 1978; Kenneth *et al.*, 1980; Ian, 1994; y Oukabli *et al.*, 1998), quienes afirman que las diferencias en la acumulación de frío pueden alargar el periodo de floración a cosecha y el periodo vegetativo.

Cuadro 3. Principales características fenológicas encontradas en los híbridos durante la etapa de evaluación.

Híbrido	Fechas de brotación	H Frio 2000	U Calor	Periodo vegetativo	Periodo de floración	Per de florac a cosecha	Número de yemas	número de entrenudos	Longitud del crecimiento	Diámetro del crecimiento	Floración %	Brotación vegetativa (%)
AR -16 S	01/02/00	156.65	188.45	318	20	150	37.00	35.68	76.40	0.69	8.87	30.10
AR -44 S	14/02/00	162.71	156.55	313	15	107	27.75	30.39	39.65	0.77	17.90	25.25
AR -103	07/03/00	168.76	356.05	282	15	111	31.75	30.75	54.50	0.58	17.31	41.62
AR -111	11/03/00	168.76	548.76	265	10	95	39.00	38.00	64.50	0.72	5.25	40.38
AR -151	01/02/00	156.65	188.45	318	21	150	37.00	35.68	76.40	0.70	8.87	30.10

AR - 127	07/03/00	168.76	356.05	282	15	119	46.50	45.50	70.10	0.67	6.16	48.62
AR - 128	07/03/00	168.76	356.05	282	8	119	48.75	47.75	68.38	0.67	8.20	27.26
AR - 129	29/02/00	168.76	252.30	268	8	100	32.75	31.75	71.63	0.78	10.37	31.34
AR - 130	11/02/00	161.44	129.30	328	8	125	37.00	36.00	55.75	0.78	7.47	53.77
AR - 130-B	14/03/00	168.76	406.55	289	14	90	24.25	20.75	24.10	0.52	6.67	52.00
AR - 132	29/02/00	168.76	252.30	290	14	100	28.75	28.10	37.25	0.58	7.73	37.30
AR - 133	29/02/00	168.76	252.30	290	14	126	33.75	32.75	43.13	0.58	4.60	46.65
AR - 134	29/02/00	168.76	252.30	290	14	126	36.25	34.25	55.50	0.59	8.22	27.19
AR - 144	14/02/00	162.71	156.55	313	15	107	27.75	30.39	39.65	0.77	17.90	26.25
AR - 147	25/01/00	142.00	218.75	354	17	140	30.75	29.75	37.63	0.66	29.33	45.67
AR - 151	29/03/00	168.76	519.16	310	16	167	34.50	33.50	51.50	0.69	7.92	20.78
AR - 152	29/02/00	191.88	252.30	290	15	134	29.50	28.50	38.45	0.53	8.39	43.02
AR - 153	14/03/00	168.76	406.55	289	14	129	48.50	47.55	94.75	0.71	6.40	40.14
AR - 154	21/03/00	168.76	477.56	268	16	95	32.25	31.75	71.63	0.69	9.21	41.53
AR - 160	07/03/00	168.76	356.05	282	14	90	38.50	37.50	54.25	0.68	5.54	53.98
T1 AN II	25/02/00	500.00	394.05	324	21	129	15.75	14.75	22.75	0.71	17.39	31.13

Dentro de la calidad de fruto se encontraron resultados importantes, se consideró atributos como; peso del fruto, en el que destacan los materiales AR-153 y AR-151 con 205.59 y 177.70 g respectivamente, contra 117.00 g del testigo Aguanueva II. En diámetro polar y diámetro ecuatorial sobresalen los materiales AR-116 con 6.79 cm y 7.24 cm. Respectivamente, y AR-133 con 6.34 cm y 6.13 cm, respectivamente, contra 5.90 cm y 6.60 cm del testigo, (Cuadro 4).

El máximo valor para la firmeza se encontró en AR-153, el cual es de 9.79 Kg./cm² y AR-127 con 7.59 Kg./cm², contra una firmeza de 5.5 Kg./cm² del testigo. En el aspecto de grados brix (°Bx), se encontró valores máximos y mínimos, respectivamente, muy interesantes para algunos híbridos, como AR-134 con 16.20 °Bx y AR-153 con 14.56 °Bx, también destacan AR-130 y AR-130-B contra 12.40 °Bx del testigo, como se muestra en el (Cuadro 4.). (Janick y Moore, 1988; Fidler, 1980; y Hampson *et al.*, 2000) mencionan que dentro de la calidad del fruto, la firmeza y el tamaño son los factores más importantes para la selección de nuevas líneas genéticas.

Cuadro 4. Características de calidad de fruto de los híbridos (datos promedio de 10 y 5* frutos)

Híbrido	Peso gr.	Diámetro polar.	Diámetro ecuatorial.	Grados Bx	Firmeza	Rendimiento. Kg.
AR - 16-S	110.72	6.61.	6.39	12.80	3.00	11.07
AR - 44-S	121.40	6.31	6.46	14.20	3.89	2.51
AR - 103	157.74	6.17	6.93	13.41	4.28	0.79*
AR - 111	118.90	6.08	6.36	14.54	7.48	4.39
AR - 116	149.83	6.79	7.24	12.60	3.89	1.50*
AR - 127	121.16	5.18	6.62	13.28	7.59	4.03
AR - 128	140.00	5.17	6.60	13.39	7.23	3.81
AR - 129	80.00	4.67	5.20	13.75	6.41	2.27
AR - 130	106.12	5.45	6.05	14.54	6.08	1.33*
AR - 130-B	91.03	5.16	6.16	13.80	6.65	1.02*
AR - 132	109.23	5.10	5.86	13.84	6.04	1.59*
AR - 133	157.12	6.34	6.13	13.75	6.41	3.57
AR - 134	112.94	5.34	6.20	16.20	6.76	3.14
AR - 144	134.32	6.00	6.13	11.50	3.02	14.01
AR - 147	110.37	5.77	5.48	12.48	5.50	3.86
AR - 151	177.70	6.10	7.40	12.20	7.00	6.49
AR - 152	122.40	5.90	6.47	12.10	6.14	7.30
AR - 153	205.59	5.34	6.42	14.56	9.79	3.03
AR - 154	125.00	6.24	6.20	11.58	6.83	2.33
AR - 160	107.49	5.03	5.41	12.70	5.73	21.13
II AN II	117.00	5.90	6.60	12.40	5.50	5.60

El rendimiento por árbol manifestó las diferencias en productividad de los materiales en relación con el testigo. se encontró materiales como: AR-16-S, AR-144, AR-151, AR-152 y AR-160, que superan al testigo (Cuadro 4.); sin embargo, se encontró también materiales con menores rendimientos que el testigo, el cual reportó 5.60 Kg./árbol. Dichas diferencias tienen relación con lo que manifiestan (Oukabli *et al.*, 1998), donde mencionan que los cultivares pueden presentar variaciones en crecimiento y desarrollo, las cuales están íntimamente relacionadas con su origen genético. Mientras que (Hampson *et al.*, 2000) mencionan que dentro de la calidad de fruto se tienen diversos factores importantes, dentro de los cuales, es el peso el que influye directamente sobre el rendimiento.

CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos y en base a las condiciones de cero aplicación de compensadores de frío en que se realizó el presente trabajo, se concluye lo siguiente:

1. Existen diferencias en el comportamiento fenológico de todos los híbridos con respecto al testigo Mutante Aguanueva II y también entre ellos mismos.
2. La brotación y floración de algunos materiales híbridos AR-16, 44, 116, 144, 130 y 147 se presenta hasta 39 días antes que en el testigo Mutante Aguanueva II.
3. Sólo los híbridos AR-44-S, AR-128, AR-134, AR-144 y AR-151 presentan menor magnitud porcentual de brotación vegetativa que el Mutante Aguanueva II, lo cual refleja el grado de respuesta de la mayoría de los híbridos a la baja acumulación de frío invernal.
4. Los híbridos AR-153, 160, 116, 134, 152, 151, 133 y 154 manifiestan características de fruto similares a las del Mutante Aguanueva II.

5. Dentro de las características fenotípicas, después de analizar todo el desarrollo del ciclo de cultivo se concluye que los materiales con las mejores posibilidades para desarrollarse en localidades con bajas acumulaciones de frío son; AR- 108, 116, 144, 147 y 160.

LITERATURA CITADA

- Basurto, G. H. 1990. Relación de unidades calor y etapas fenológicas para rosas de corte var. Royalty. Bajo condiciones de invernadero en el Municipio de Márquez. Qro. Tesis. ITESM-Qro.
- Calderón A. E. 1989. Fruticultura General "El esfuerzo del hombre". 3a Edición, Edit. LIMUSA 103, 104, 117, 118. 763. p.
- Calvo, S. M. 1996. El Gran Diccionario del Medio Ambiente y de la Contaminación. Editorial. Coediciones Mundi-prensa, Madrid, México. España. 320. p.
- Fidler, J. C. y G. Mann 1980. Refrigeración de manzanas y peras. "Guía práctica", Editorial Acribia. Zaragoza, España. 12 - 16 pp.
- Harrington, J. T. , A. M. Wagner And L. W. Murray 1994. Chilling hour accumulation models and calendar date used to predict rooting of white fir stem cuttings in Northern New Mexico. HortScience, Vol. 29(7), July 1994. 743
- Janick J. y J. N. Moore 1993.; Avances en la geotecnia de frutales. AGT EDITORS S. A. 1a Edición en Español 4. p.
- Kenneth. L. O. And G. C. Martin. 1980. Influence of apple bloom date on maturity and storage quality of "Starking Delicious" apples. J. Am. Soc. Hort Sci. 105 (2): 183 - 186.
- Lumbreras, L. D. 1984. El fenómeno de reversión en mutantes naturales de manzano cv. Golden Delicious. Tesis. UAAAN. 21 p.

- Montañez, B. F. 1993. Fenología de yema y brote floral, Requerimientos de Unidades Calor e influencia del diámetro y área foliar Madre en Rosa Bajo Condiciones de Invernadero. Tesis. UAAAN-Saltillo. 106 p.
- Moore. J. N. y J. Janick. 1988. Métodos Geotécnicos en Frutales. AGT Editors, S. A. 359-370. pp.
- O'Rourke, E. N. 1987. Observations on the Relations Ship Between Degree Day Summations and Tinning of Easter Lilies. Hort. Sci. Vol. 22 (5) : 709-711.
- Oukabli, A., M. Laghezali, A. Chahbar, 1998. Phenology and fruiting of apple in a zone with mild winters (Moerocco). Fruits-Paris. 1998, 53: 2, 105-117; 15 ref.
- Ploudiv, (1983)., Metodología para la obtención de nuevos materiales en árboles frutales. Bulgaria. Traducción Búlgaro-Español por M. C. Andrés.
- Royo. J. B., D. Sola, E. Beaumont and J. González 1994. Hábitos productivos de diferentes variedades de almendro. Consecuencias con respecto a la poda de fructificación. Hortofruticultura. 1 (2): 67 - 72.
- Ryugo. K.1993. Fruticultura Ciencia y Arte. AGT Editors, S. A. 4, 31-33, 89. pp.
- Villalpando, I. J. 1991. Agroclimatología. Curso-taller. Guadalajara, Jalisco. 75.p.
- Westwood, M. N. 1978. Pomology Temperate Zone, De. W. H. Freeman and Co. Sn. Francisco USA.
- Westwood, M. N. 1982. Fruticultura de zona templada. Ediciones Mundi-Prensa Versión Española. Castellón 37. Madrid, España. 3. 26. 20, 193-199, 204, 208, 209. pp.

CAPÍTULO III

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos y en base a las condiciones en que se realizó el presente trabajo se concluye lo siguiente:

1. Existen diferencias en el comportamiento fenológico de todos los híbridos con respecto al testigo Mutante Aguanueva II y también entre ellos mismos.
2. La brotación y floración de los materiales híbridos AR-16, 44, 116, 144, 130 y 147 se presenta hasta 39 días antes que en el testigo Mutante Aguanueva II.
3. Solo los híbridos AR-44-S, 128, 134, 144 y 151, presentan menor magnitud porcentual de brotación vegetativa que el Mutante Aguanueva II, lo cual refleja el grado de respuesta de los híbridos a la baja acumulación de frío invernal.
4. Los híbridos AR-153, 160, 116, 134, 152, 151, 133 y 154 manifiestan características de fruto similares a las del Mutante Aguanueva II.
5. Dentro de las características fenotípicas, después de analizar todo el desarrollo del ciclo de cultivo se concluye que los materiales con las mejores posibilidades son AR-108, 116, 144, 147 y 160.

CAPÍTULO IV

REVISIÓN DE LITERATURA

- Basurto. G. H. 1990. Tesis. Relación de Unidades Calor y etapas fenológicas para rosas de corte var. Royalty. Bajo condiciones de invernadero en el Municipio de Márquez. Qro. ITESM-Qro.
- Bergamini Faedi. 1984. D: O. F. México.
- Calderón A. E. 1989. Fruticultura General "El esfuerzo del hombre". 3a Edición, Edit. LIMUSA 103, 104, 117, 118, 763. p.
- Calvo, S. M. 1996. El Gran Diccionario del Medio Ambiente y de la Contaminación. Editorial. Coediciones Mundi-prensa, Madrid, México, España. 320. p.
- Cepeda. S. M. Y Hernández. C. F. O. 1983. Revisión bibliográfica de enfermedades asociadas al cultivo del manzano (*Pyrus malus* L.) Boletín No. 8 U.A.A.A.N.. Saltillo. Coah. 10 - 25. pp.
- CIAN-INIA-SARH. 1981-82. Investigación de frutales para la Sierra de Chihuahua. Campo Agrícola Experimental "Sierra de Chihuahua".
- Clara Maracuci, S. Sansavini, F. Ciampolini and, M. Cresti. 1984., Distinguishing Apple Clones and Cultivars by Surface Morphology and Pollen Physiology. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 109(1): 10-19.
- Contanceau, M. 1971. Fruticultura técnica y económica de los cultivos de rosáceas leñosas productoras de frutos. De. Oikos-Tau. S. A. Barcelona. España. 608. p.
- Fidler, J. C. y Mann, G. 1980. Refrigeración de manzanas y peras. "Guía práctica". Editorial Acribia. Zaragoza, España. 12 - 16 pp.
- Fisher, D. V. 1962. Heat units and number of days required to mature some pome and stone fruits in various areas of North America. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 80: 114 - 124.

- Greene, D. W. 1981. Growth regulators application and cultural techniques to promote early fruiting of apple. Tukey R. B. And Williams, M. V. (Eds). Three fruit growth regulator and chemical thinning. 117 - 146. pp
- Halfacre, G. R. Y J A. Barden. 1979. Horticultura A. G. T. Editor S. A. México. D. F. 210-211. pp.
- Harrington, J. T. ,Wagner, A. M. And Murray, L. W.. 1994. Chilling hour accumulation models and calendar date used to predict rooting of white fir stem cuttings in Northern New Mexico. HortScience, Vol. 29(7), July 1994. 743
- Jackson, D. I. and Sweet, G. B. 1972. Flower initiation in woody plants. Hort. Abstr. 24: 9-24.
- Janick, J. Crosby J. A. , Pecknold C. , Goffreda, J. C. , and Korban, S. S. (1995) CO-op 32'
- (Pristine™) Apple HortScience 30 (6) 1995. 312-313.
- Juscafresa. B. 1973. Árboles frutales. Editorial AEDOS. Barcelona, España. 396 p.
- Kenneth. L. O. And G. C. Martin. 1980. Influence of apple bloom date on maturity and storage quality of "Starking Delicious" apples. J. Am. Soc. Hort Sci. 105 (2): 183 - 186.
- Ketchie D. O. And Kammereck R. (1995). Freeze Tolerance of "Braeburn" apple Shoots. HortScience, Vol. 30(4), July 1995 775.
- Kramer. S.. R. Aschuricht y Frederich G. 1975. Fruticultura. Compañía Editorial Continental. S. A. de C. V. México. 217. p.
- Kramer. S.. Achuricht. R. y Frederick, G., 1983. Fruticultura Editorial C.E.C.S.A. México 35. p.
- Lang.G. A. 1987. Dormancy: A New Universal Terminology. Hort Science. Vol. 22 (5) Oct. 817-819.
- Lumbreras. L. D. 1984.Tesis. El fenómeno de reversión en mutantes naturales de manzano cv. Golden Delicious.21 p.
- Luckwill. L. C. 1976. Growth Regulation in top fruit. England. Catalogo.
- Luckwill. L. C. 1976. Fruticultura del futuro. Confederación Internacional para la Fruticultura.. Ed. Omega. México. 276 p.
- Michigan Apple Committee 1999. Fruticulture Magazine.

- Miller, T. W. , Mattinson, D. S. , Bostick, B. C. And Fellman, J. K. (1994) Light penetration affects color and flavor of Red Delicious apples HortScience, Vol. 29(5), May 1994. 287.
- Montañez, B. F. 1993. Tesis. Fenología de yema y brote floral, Requerimientos de Unidades Calor e influencia del diámetro y área foliar Madre en Rosa Bajo Condiciones de Invernadero. UAAAN-Salttillo. 106 p.
- Moore, J. N. y Janick, J. 1988. Métodos Genotécnicos en Frutales. AGT Editors, S. A. 359-370. pp.
- Moore J. N. Y Janick J. 1993.: Avances en la genotécnia de frutales. AGT EDITORS S. A. 1a Edición en Español 4. p.
- Murawski, H. 1967. A contribution to apple cultivation research,10; results of cultivation of apple species with late leafing-out blooming (in German) Züchter 3:134-139.
- Oppenheimer, C., and E. Slor, 1968. Breeding of apples for a sub-tropical climate, 2. Theor. Appl. Genet. 38:97-102.
- O'Rourke, E. N. 1987. Observations on the Relations Ship Between Degree Day Summations and Tinning of Easter Lilies. Hort. Sci. Vol. 22 (5) : 709-711.
- Oukabli, A. ; Laghezali. M. ; Chahbar. A. 1998. Phenology and fruiting of apple in a zone with mild winters (Moerocco). Fruits-Paris. 1998. 53: 2. 105-117: 15 ref.
- Ploudiv. (1983)., Metodología para la obtención de nuevos materiales en árboles frutales. Bulgaria. Traducción Búlgaro – Español por Mrtinez Cano; 1999.
- Requejo, A. S. 1988. El manzano. 5a Edic. Edit. AEDOS, S. A: 143 - 146. pp.
- Royo. J. B.. Sola. D.. Beaumont, E. and González, J. 1994. Hábitos productivos de diferentes variedades de almendro. Consecuencias con respecto a la poda de fructificación. Hortofruticultura. 1 (2): 67 - 72.
- Ryugo. K.1993. Fruticultura Ciencia y Arte. AGT Editors, S. A. 4. 31-33, 89. pp.
- SAGAR. 1998. "Situación Actual y Perspectiva de la Producción de Manzana en México 1990 - 1998". México Noviembre de 1998.
- Stark Bro`s. 1983.. Nurseries and Orchards Co., Louisiana, MO. 63353. Magazine.

- Schneider, G. W. 1971. Cultivo de árboles frutales. Ed. Continental. 6a. Impresión. México. 445 pp.
- Tamaro, D. 1979. Tratado de fruticultura. Editorial Gustavo Gili. S. A. Barcelona. España 939. p.
- Tromp, J. 1976. Flower-bud formation and shoot growth in apple as affected by temperature. *Sci. Horticulturae*. 5: 331 - 338.
- Tromp, J. 1980. Flower-bud formation in apple under various day and night temperature regimes. *Sci. Horticulturae* 13: 235 - 243.
- Tukey, H. B. 1942. Time interval between full bloom and maturity for several varieties of apples, pears, peaches and cherries. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 40: 133 - 140.
- Valenzuela, D. A. 1990. "Producción forzada de durazno cv. Early Grande bajo condiciones de clima Caliente" Tesis Licenciatura U.A.A.A.N.
- Vidal, J. J. 1984. Fruticultura moderna. Editorial Albatros. Buenos Aires, Argentina. 309. p.
- Villalpando, I. J. 1991. Agroclimatología. Curso-taller. Guadalajara, Jalisco. 75.p.
- Westwood, M. N. 1978. Pomology Temperate Zone, De. W. H. Freeman and Co. Sn. Francisco USA.
- Westwood, M. N. 1982. Fruticultura de zona templada, Ediciones Mundi-Prensa Versión Española, Castellón 37, Madrid, España. 3, 26, 20, 193-199, 204, 208, 209. pp.
- Zimmerman, B. H. 1973. Juvenility and flowering of fruit tree. *Acta Horticulturae* 34: 139-142.

CAPITULO V

APÉNDICE

BIBLIOTECA

Ing. Aroldo I. Rumayor Flores

Cuadro A.1. Acumulación de frío durante los meses de Diciembre de 2000 a Febrero de 2001 según el método de Richardson et al. 1974.. Citado por (Laborde, 1987).

Semana del	Temperaturas							Total hf
	1.5-1.4 °C.	2.5-9.1 °C	9.2-12.4 °C.	12.5-15.9 °C	16- 18 °C.	>18 °C.		
11-17 Dic.	0.0	2.5	5.0	0	-9.0	-10.0	-11.5	
18-24 Dic.	4.0	72.0	10.0	0	-5.5	-24.0	56.50	
25-31 Dic	4.0	82.5	20.0	0	0.0	-3.0	103.5	
1-7 Ene.	1.0	82.0	20.5	0	-7.5	-15.0	81.0	
8-16 Ene.	3.0	20.0	18.5	0	-4.5	-13.5	23.5	
16-22 Ene	4.0	55.0	10.0	0	-4.5	-9.5	55.0	
23-29 Ene.	0.0	20.0	25.0	0	-7.5	-30.0	7.5	
30 Ene-5 Feb	15.0	59.0	13.5	0	-3.5	-12.0	72.0	
6- 13 Feb.	0.0	3.0	20.5	0	-7.5	-31.0	-15.0	
14-20 Feb	0.5	8.5	14.5	0	-3.0	-32.0	-11.5	
21-27 Feb	0.0	7.5	13.0	0	-4.5	-28.0	-12.0	
SUMA	31.5	412.0	170.5	0	-57.0	-208.00	349	

Cuadro A.2. Cálculo de horas frío para los años 2000 y 2001 en la localidad de Aguanueva, Coahuila con diferentes métodos.

2000	MES	T. MEDIA	MÉTODOS			
			DAMOTA	SHARPE	UTAH	WEINBERGER
	DICIEMBRE	13.57 °C	98.10	143.23	135.00	
	ENERO	14.00 °C	85.82	147.78	129.00	405.29
	FEBRERO	16.73 °C	7.96	43.55	26.50	
	SUMA		191.88	334.56	290.50	405.29
2001						
	DICIEMBRE	11.26 °C	163.96	273.89	148.5	
	ENERO	11.90 °C	145.71	224.34	167.0	967.48
	FEBRERO	13.05 °C	100.08	186.43	33.5	
	SUMA		409.75	684.66	349.00	967.48

Cuadro A.3. Concentración de las temperaturas de aguanueva. coh. 2000 y 2001 para cálculo de unidades calor. (UC.)

		2000	
MES	T. MEDIA	BÁSICO	MÉTODOS RESIDUAL 10 / 30
DICIEMBRE	13.57 °C	285.40	-7.00 132.40
ENERO	14.00 °C	719.31	-5.00 214.91
FEBRERO	16.73 °C	1244.81	-7.00 308.01
SUMA		1244.81	655.32

		2001	
MES	T. MEDIA	BÁSICO	MÉTODOS RESIDUAL 10 / 30
DICIEMBRE	11.26 °C	236.40	-7.00 90.21
ENERO	11.90 °C	605.15	-7.00 151.80
FEBRERO	13.05 °C	1009.70	-7.00 208.55
SUMA		1009.70	450.56

Cuadro A-4. Concentración de datos promedio de las temperaturas de Aguaneva, Coahuila 2000 para el cálculo de unidades calor (UC).

FECHA DIC.	MÁXIMA °C	MÍNIMA °C	MEDIA ti °C	Métodos para calcular U.C.		
				Básico	Temperatura umbral-manzano	Residu al
11	25.00	15.60	20.30	20.30	7.00	13.30
12	15.60	10.60	13.10	33.40	7.00	19.40
13	17.20	17.80	17.50	50.90	7.00	29.90
14	20.60	13.30	16.95	67.85	7.00	39.85
15	22.80	15.00	18.90	86.75	7.00	51.75
16	22.20	12.80	17.50	104.25	7.00	62.25
17	21.70	13.90	17.80	122.05	7.00	73.05
18	23.90	3.30	13.60	135.65	7.00	79.65
19	19.40	-4.40	7.50	143.15	7.00	80.15
20	23.40	3.30	13.35	156.50	7.00	83.50
21	23.40	0.00	11.70	168.20	7.00	88.20
22	25.00	8.30	16.65	184.85	7.00	97.85
23	13.30	5.60	9.45	194.30	7.00	100.30
24	19.40	7.80	13.60	207.90	7.00	103.90
25	20.60	11.10	15.85	223.75	7.00	112.75
26	20.60	5.00	12.80	236.55	7.00	112.55
27	13.90	3.30	8.60	245.15	7.00	120.15
28	14.40	-1.10	6.65	251.80	7.00	119.80
29	17.20	0.60	8.90	260.07	7.00	121.70
30	21.70	-0.60	10.55	271.25	7.00	125.25
31	22.20	6.10	14.15	285.40	7.00	132.40
ENE. 1	19.40	6.70	13.05	298.45	7.00	138.45
2	20.60	4.40	12.50	310.95	7.00	143.95
3	16.10	3.90	10.00	320.95	7.00	146.95
						20.30
						33.40
						50.90
						67.85
						86.75
						104.25
						122.05
						139.00
						153.70
						170.40
						187.10
						204.60
						216.25
						230.95
						246.80
						262.10
						274.05
						286.25
						299.85
						315.70
						331.80
						346.50
						361.80
						374.85

4	22.80	3.90	13.35	334.30	7.00	153.30	391.25
5	23.90	5.00	14.45	348.75	7.00	16.75	408.20
6	22.20	8.30	15.25	364.00	7.00	169.00	424.30
7	23.30	4.40	13.85	377.85	7.00	175.85	440.95
8	15.00	5.60	10.30	388.15	7.00	179.15	453.45
9	19.40	8.90	14.15	402.30	7.00	186.30	468.05
10	23.90	7.80	15.85	418.15	7.00	194.15	485.00
11	25.00	1.10	13.05	431.20	7.00	200.20	502.50
12	25.00	4.40	14.70	445.90	7.00	207.90	520.00
13	25.00	9.40	17.20	463.10	7.00	218.10	537.50
14	27.00	10.00	18.50	481.60	7.00	229.60	556.00
15	25.10	8.30	16.70	498.30	7.00	239.30	573.50
16	26.10	10.00	18.05	516.35	7.00	250.35	592.00
17	25.00	10.00	17.50	533.85	7.00	260.85	609.50
18	21.70	12.20	16.95	550.80	7.00	270.80	625.35
19	11.10	0.00	5.55	556.35	7.00	268.35	635.90
20	19.40	-4.40	7.50	563.85	7.00	268.85	650.60
21	16.10	-1.10	7.50	571.35	7.00	269.35	663.65
22	22.80	-2.20	10.30	581.65	7.00	272.65	680.05
23	27.80	5.60	16.70	598.35	7.00	282.35	698.95
24	22.60	-0.60	11.00	609.35	7.00	286.35	715.25
25	23.30	6.70	15.00	624.35	7.00	294.35	731.90
26	26.10	8.90	17.50	641.85	7.00	304.85	749.95
27	22.4	12.5	17.45	659.30	7.00	315.30	767.40
28	23.00	7.50	15.25	674.55	7.00	323.55	783.90
29	22.90	9.35	16.13	690.68	7.00	332.68	800.35
30	22.70	6.85	14.78	705.46	7.00	340.46	816.70
31	21.50	6.20	13.85	719.31	7.00	347.31	832.45
FEB. 1	24.30	6.50	15.40	734.71	7.00	355.71	849.60
2	19.50	6.80	13.15	747.86	7.00	361.86	864.35
3	13.90	4.70	9.30	757.16	7.00	364.16	876.30

4	16.70	3.40	10.05	767.21	7.00	367.21	889.65
5	17.30	4.20	10.75	777.96	7.00	370.96	903.30
6	16.50	3.50	10.00	787.96	7.00	375.31	916.55
7	18.90	3.80	11.35	799.31	7.00	379.62	931.00
8	21.20	4.40	12.80	812.11	7.00	385.42	946.60
9	21.20	7.50	14.35	826.46	7.00	394.77	962.20
10	27.40	13.50	20.45	846.91	7.00	406.22	982.65
11	28.70	9.60	19.15	866.06	7.00	418.37	1002.00
12	24.30	7.20	15.75	881.81	7.00	427.12	1019.15
13	25.10	6.80	15.95	897.76	7.00	436.07	1036.70
14	28.60	10.20	19.40	917.16	7.00	448.47	1056.10
15	21.50	14.30	17.90	935.06	7.00	459.37	1074.00
16	26.50	12.40	19.45	954.51	7.00	469.82	1093.45
17	26.10	13.10	19.60	974.11	7.00	482.27	1113.05
18	29.90	10.70	20.30	994.41	7.00	495.57	1133.35
19	28.60	11.10	19.85	1014.26	7.00	508.42	1153.20
20	27.10	10.20	18.65	1032.91	7.00	520.07	1171.85
21	26.90	10.60	18.75	1051.66	7.00	531.82	1190.60
22	25.20	10.30	17.75	1069.41	7.00	542.57	1208.35
23	26.60	10.30	18.45	1087.86	7.00	554.02	1226.80
24	25.00	11.80	18.40	1106.26	7.00	565.42	1245.20
25	28.40	10.30	19.35	1125.61	7.00	577.77	1264.55
26	27.40	10.30	18.85	1144.11	7.00	589.62	1283.40
27	26.20	14.00	20.10	1164.21	7.00	602.72	1303.50
28	25.90	13.50	19.70	1183.91	7.00	615.42	1323.20
29	26.30	14.20	20.25	1204.16	7.00	628.67	1343.50
30	26.50	14.10	20.30	1224.46	7.00	641.97	1363.75
31	26.10	14.60	20.35	1244.81	7.00	655.32	1384.10

Cuadro A.4.1. Concentración de datos promedio de las temperaturas de Aguaneva, Coahuila 2001 para el cálculo de unidades calor (UC).

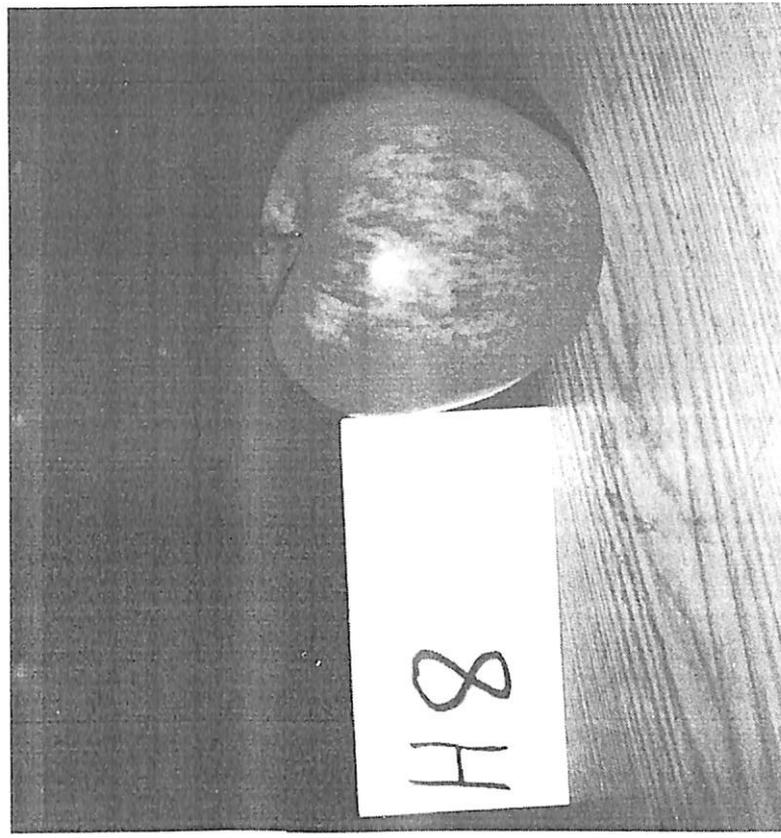
FECHA	MÁXIMA °C	MÍNIMA °C	MEDIA ti °C	Básico	Temperatura umbral- manzano	Métodos para calcular U.C.	
						Residual	10 / 30
DIC.							
11	20.00	15.60	17.80	17.80	7.00	10.80	17.80
12	15.60	10.60	13.10	30.90	7.00	16.90	30.90
13	12.20	17.80	15.00	45.90	7.00	24.90	45.90
14	15.60	13.30	14.45	60.35	7.00	32.35	60.35
15	17.80	15.00	16.40	76.75	7.00	41.75	76.75
16	17.20	12.80	15.00	91.75	7.00	49.75	91.75
17	16.70	13.90	15.30	107.05	7.00	58.05	107.05
18	18.90	3.30	11.10	118.15	7.00	62.15	121.50
19	14.40	-4.40	5.00	123.15	7.00	60.15	133.70
20	19.40	3.30	11.35	134.50	7.00	64.50	148.40
21	19.40	0.00	9.70	144.20	7.00	67.20	163.10
22	20.00	8.30	14.15	158.35	7.00	74.35	178.10
23	8.30	5.60	6.95	165.30	7.00	74.30	187.25
24	14.40	7.80	11.10	176.40	7.00	78.40	199.45
25	15.60	11.10	13.35	189.75	7.00	84.75	212.80
26	15.60	5.00	10.30	200.05	7.00	88.05	225.60
27	8.90	3.30	6.10	206.15	7.00	87.96	235.05
28	9.40	-1.10	4.15	210.30	7.00	85.11	244.75
29	12.20	0.60	6.40	216.70	7.00	84.51	255.85
30	16.70	-0.60	8.05	224.75	7.00	85.56	269.20
31	17.20	6.10	11.65	236.40	7.00	90.21	282.80
ENERO	14.40	6.70	10.55	246.90	7.00	93.76	295.00

2	15.60	4.40	10.00	256.90	7.00	96.76	307.80
3	11.10	3.90	7.50	264.40	7.00	97.26	318.35
4	17.80	3.90	10.85	275.25	7.00	101.11	332.25
5	18.90	5.00	11.95	287.20	7.00	106.06	346.70
6	22.20	8.30	15.25	302.45	7.00	114.31	362.80
7	18.30	4.40	11.35	313.80	7.00	118.66	376.95
8	10.00	5.60	7.80	321.60	7.00	119.46	386.95
9	14.40	8.90	11.65	333.25	7.00	124.11	399.15
10	18.90	7.80	13.35	346.60	7.00	130.46	413.60
11	20.00	1.10	10.55	357.15	7.00	134.01	428.60
12	20.00	4.40	12.20	369.35	7.00	139.21	443.60
13	20.00	9.40	14.70	384.05	7.00	146.91	458.60
14	22.20	10.00	16.10	400.15	7.00	156.01	474.70
15	20.10	8.30	14.20	414.35	7.00	163.21	489.75
16	21.10	10.00	15.55	429.90	7.00	171.76	505.30
17	20.00	10.00	15.00	444.90	7.00	179.76	520.30
18	16.70	12.20	14.45	459.35	7.00	187.21	534.75
19	6.10	0.00	3.05	462.40	7.00	183.26	542.80
20	14.40	-4.40	5.00	467.40	7.00	181.26	555.00
21	11.10	-1.10	5.00	472.40	7.00	179.26	565.55
22	17.80	-2.20	7.80	480.20	7.00	180.06	579.45
23	22.80	5.60	14.20	494.40	7.00	187.26	595.85
24	17.60	-0.60	8.50	502.90	7.00	188.76	609.65
25	18.30	6.70	12.50	515.40	7.00	194.26	623.80
26	21.10	8.90	15.00	530.40	7.00	202.26	639.35
27	23.30	11.70	17.50	547.90	7.00	212.76	656.85
28	23.90	7.20	15.55	563.45	7.00	221.31	673.80
29	17.80	7.80	12.80	576.25	7.00	227.11	687.70
30	22.20	7.80	15.00	591.25	7.00	235.11	703.80
31	20.00	7.80	13.90	605.15	7.00	242.01	718.80
FEB. 1	15.60	5.60	10.60	615.75	7.00	245.61	731.60

2	3.90	1.10	2.50	618.25	7.00	241.11	738.55
3	13.30	2.20	7.75	626.00	7.00	241.86	750.20
4'	16.70	1.10	8.90	634.90	7.00	243.76	763.55
5	17.80	1.10	9.45	644.35	7.00	246.21	777.45
6	22.20	2.20	12.20	656.55	7.00	251.41	793.55
7	20.60	4.40	12.50	669.05	7.00	256.91	808.85
8	14.20	6.10	10.15	679.20	7.00	260.06	820.95
9	21.70	11.70	16.70	695.90	7.00	269.76	837.65
10	17.80	4.40	11.10	707.00	7.00	273.86	851.55
11	21.70	12.80	17.25	724.25	7.00	248.11	868.80
12	25.00	11.10	18.05	742.30	7.00	295.16	886.85
13	25.60	9.40	17.50	759.80	7.00	305.66	904.65
14	23.30	11.10	17.20	777.00	7.00	315.86	921.85
15	24.40	9.40	16.90	793.90	7.00	325.76	939.05
16	18.90	4.40	11.65	805.55	7.00	330.41	953.50
17	22.20	2.20	12.20	817.75	7.00	335.61	969.60
18	25.60	4.40	15.00	832.75	7.00	343.61	987.40
19	27.80	8.90	18.35	851.10	7.00	354.96	1006.30
20	27.80	8.90	18.35	869.45	7.00	366.31	1025.20
21	26.70	8.90	17.80	887.25	7.00	377.11	1043.55
22	24.40	8.90	16.65	903.90	7.00	386.76	1060.75
23	25.60	9.40	17.50	921.40	7.00	397.26	1078.55
24	25.60	9.40	17.50	938.90	7.00	407.76	1096.35
25	27.80	11.10	19.45	958.35	7.00	420.21	1115.80
26	24.40	11.10	17.75	976.10	7.00	430.96	1133.55
27	26.70	9.40	18.05	994.15	7.00	442.01	1151.90
28	22.20	8.90	15.55	1009.70	7.00	450.56	1168.00

Figura A.1. Descripción fenotípica del híbrido AR - 108-S.

Material parental:	Hembra	Macho.
Cruza:	Tropical Beauty	x Princesa.
Requerimiento de frío:	250 HF.	
Hábito de crecimiento:	Semi-espuela.	
Fertilidad:	Autofértil.	
Amarre de flores:	Partenocárpico.	
Color de pétalos:	Rosa pálido, blanco al abrir la corola.	
Rasgo:	Resiste altas temperaturas en floración.	
Fecha de cosecha:	Del primero al 15 de julio.	
Forma de fruto:	Cónica alargada.	
Tamaño del fruto:	Muy grande (250 a 300 g.).	
Cáscara del fruto:	Amarilla chapeada de rojo naranja.	
Sabor:	Dulce.	
Sólidos Solubles:	15 %.	
Cáscara:	Gruesa. resiste transporte.	
Textura de pulpa:	Ligeramente masuda	



Cuadro A.2. Descripción fenotípica del híbrido AR - 116.

Material parental:	Hembra	Macho.
Cruza:	Ana	Gala.
Requerimiento de frío:	250 HF.	x
Hábito de crecimiento:	Tipo espuela.	
Fertilidad:	Parcial autofértil. se recomienda polinizador, que puede ser AR - 108 que coincide en floración.	
Amarre de flores:	Partenocárpico.	
Color de pétalos:	Rosa pálido.	
Período de floración:	21 días	
Período de floración a cosecha:	150 días	
Fecha de cosecha:	Del primero al 15 de junio.	
Forma de fruto:	Cónico.	
Tamaño del fruto:	Mediano (150 g.).	
Cáscara del fruto:	Amarilla chapeada de rojo.	
Sabor:	Dulce muy parecido a Gala.	
Sólidos Solubles:	13 %.	
Cáscara:	Gruesa. resiste transporte.	
Textura de pulpa:	Ligeramente masuda.	
Firmeza de fruto:	4 kg.	

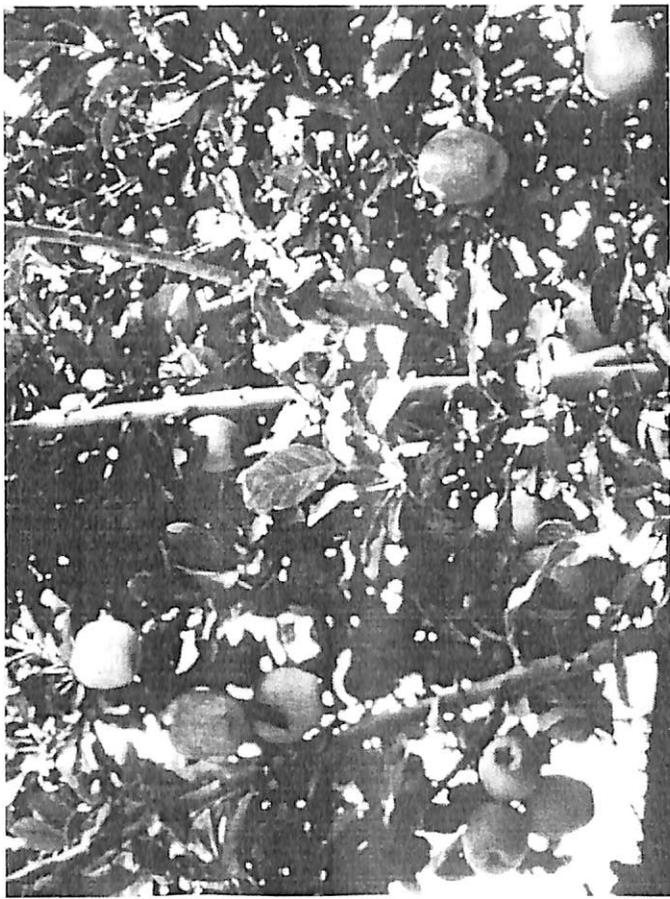


Figura A.3. Descripción fenotípica del híbrido AR - 144.

Material parental:	Hembra	Macho.
Cruza:	Ana	x Liberty.
Requerimiento de frío:	550 HF.	
Período de floración:	15 días.	
Período de floración a cosecha:	105 días.	
Sólidos Solubles:	11.5 %.	
Hábito de crecimiento:	Tipo espuela.	
Color de pétalos:	Rosa.	
Pulpa:	Blanca con un tono rojo cercano a la orilla de la cáscara.	
Fecha de cosecha:	Del 10 al 20 de junio.	
Sabor:	Subácida o agrídulce.	
Cáscara:	Muy Delgada.	
Rendimiento estimado:	70 Kg. / árbol.	
Tamaño del fruto:	Mediano (150 a 200 g.).	
Cáscara del fruto:	Rojo claro con fondo amarillo.	
Rasgo:	Resistente a (<i>Venturia inequalis</i>)	

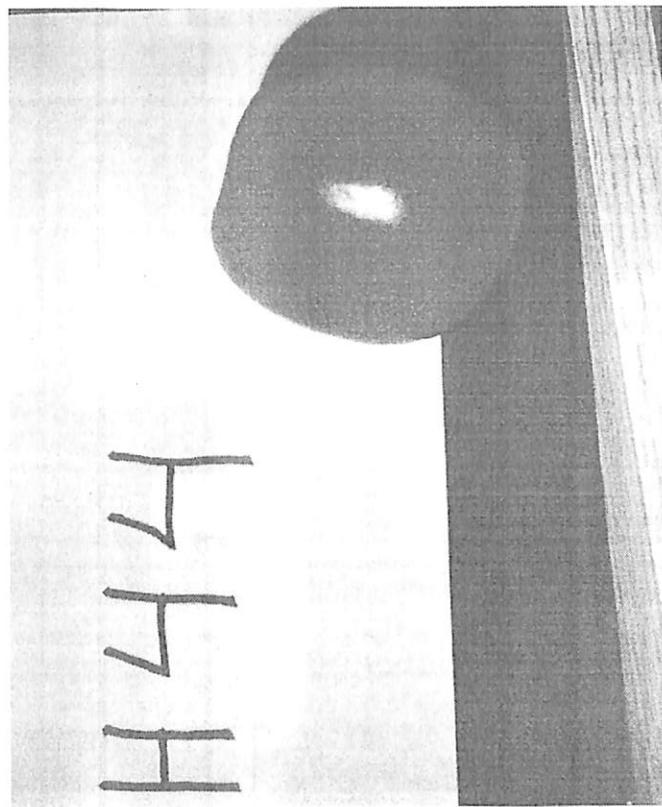


Figura A.4 Descripción fenotípica del híbrido AR - 147.

Material parental:	Hembra	Macho.
Cruza:	Legana	x Princesa.
Requerimiento de frío:	300 HF.	
Periodo de floración:	17 días.	
Periodo de floración a cosecha:	140 días.	
Fertilidad:	Se recomienda polinizador AR - 103.	
Sólidos Solubles:	12.5 %.	
Hábito de crecimiento:	Tipo semi espuela.	
Color de pétalos:	Blanco.	
Pulpa:	Blanca cremosa.	
Fecha de cosecha:	18 de julio.	
Sabor:	Tipo Winesap.	
Cáscara:	Delgada.	
Tamaño del fruto:	Mediano (150 a 200 g.).	
Color del fruto:	Fondo verde chapeada de rojo claro.	
Rasgo:	Resistente a los áfidos y ácaros.	

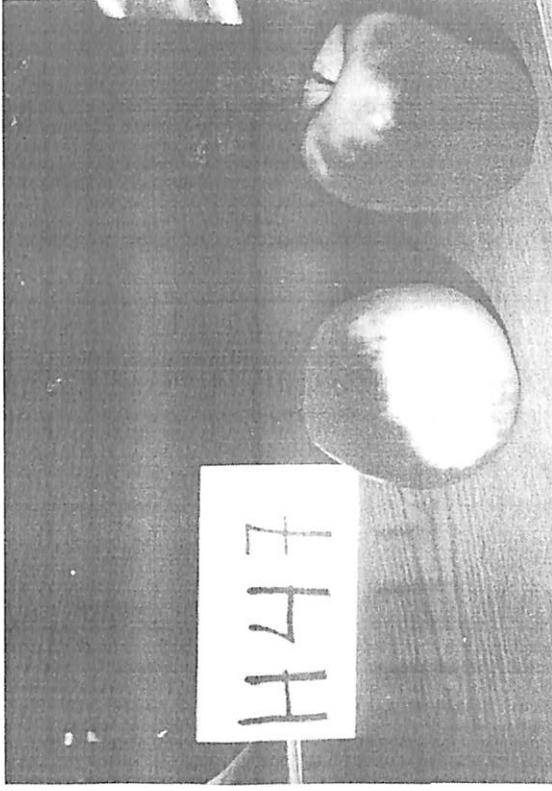


Figura A.5. Descripción fenotípica del híbrido AR - 160.

Material parental:	Hembra	Macho.
Cruza:	Ana	Liberty.
Requerimiento de frío:	650 HF.	
Color de pétalos:	Rosa pálido.	
Periodo de floración:	4 días.	
Periodo de floración a cosecha:	90 días.	
Tamaño del fruto:	Mediano (150 a 180 g.).	
Sólidos Solubles:	13 %.	
Cáscara:	Muy delgada.	
Pulpa:	Blanca.	
Color del fruto:	Rojo con fondo amarillo.	
Fecha de cosecha:	18 al 25 de junio.	
Sabor:	Sub ácido o agrídulce.	
Hábito de crecimiento:	Tipo semi espuela.	
Rendimiento estimado:	85 Kg. / árbol.	

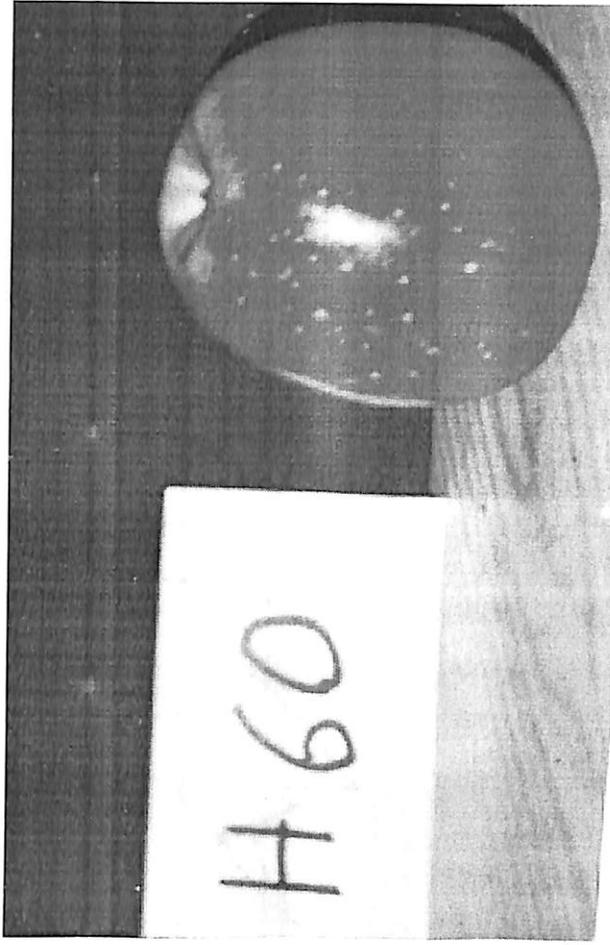


Figura A.6. Comparación de tres variables correlacionadas (Clima - Fenotipo).

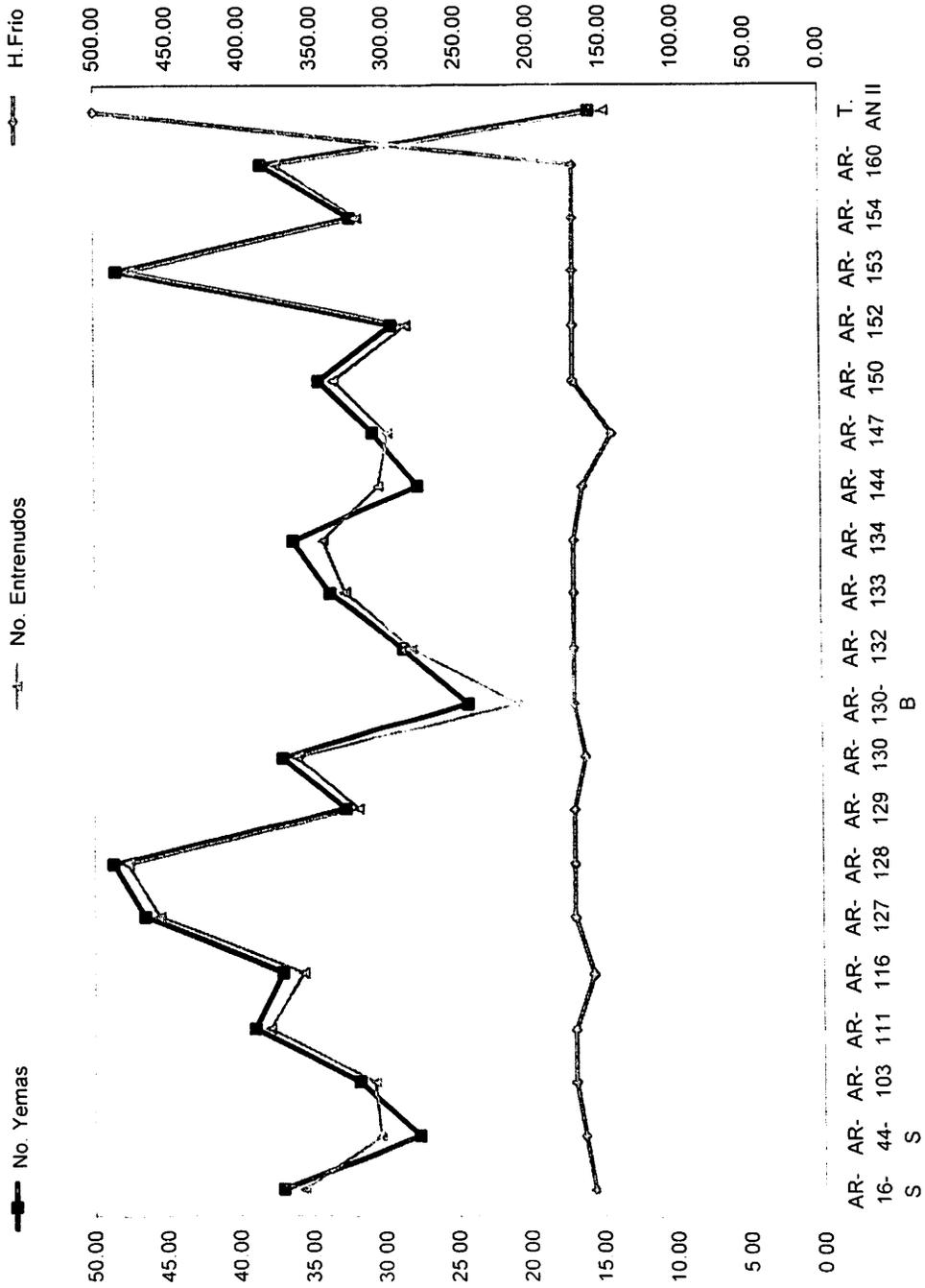
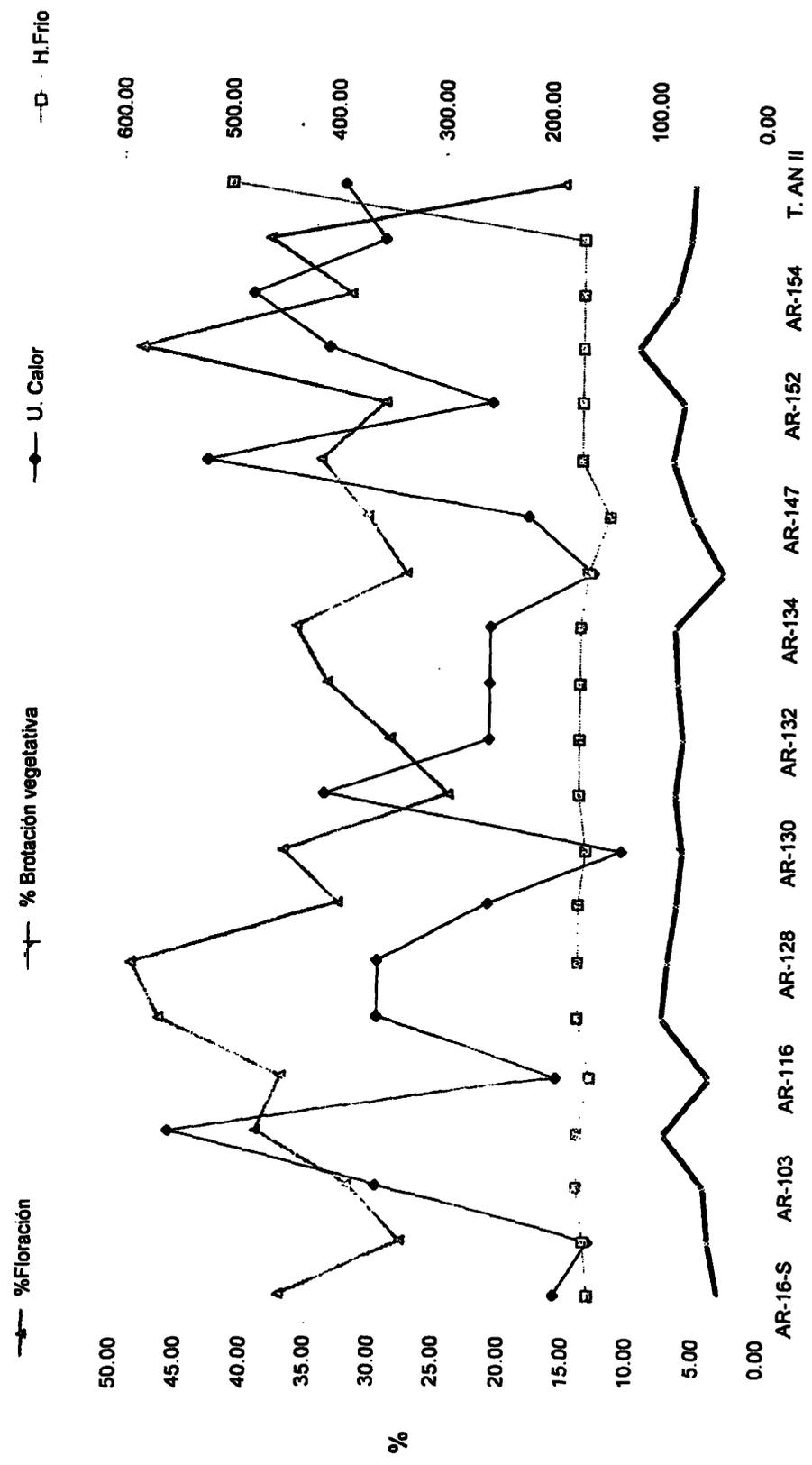


Figura A.7. Comparación de cuatro variables correlacionadas (Clima - Fenología).



Híbridos