

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMIA

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a circular emblem. It features a central shield with a crown on top, flanked by two lions. Below the shield, there is a figure on horseback. The shield is supported by two columns. The entire emblem is surrounded by a circular border containing the Latin motto 'CONSPICUA CAROLINA' at the top and 'SACRAE THEOLOGIAE' at the bottom.

**EFFECTO DE LA ÉPOCA DE APLICACIÓN DE CIANAMIDA
HIDROGENADA COMO COMPENSADOR DE FRÍO SOBRE LA
PRODUCCIÓN DEL MELOCOTÓN (*Prunus persica*), VARIEDAD
SALCAJÁ, BAJO CONDICIONES DEL VALLE DE
QUETZALTENANGO.**

RICARDO BALDOMERO OLA HUITZ

GUATEMALA, AGOSTO 2005.

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS**

**EFFECTO DE LA ÉPOCA DE APLICACIÓN DE CIANAMIDA HIDROGENADA COMO
COMPENSADOR DE FRÍO SOBRE LA PRODUCCIÓN DEL MELOCOTÓN (*Prunus persica*),
VARIEDAD SALCAJÁ, BAJO CONDICIONES DEL VALLE DE QUETZALTENANGO.**

RICARDO BALDOMERO OLA HUITZ

GUATEMALA, AGOSTO 2005.

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS**

**EFFECTO DE LA ÉPOCA DE APLICACIÓN DE CIANAMIDA HIDROGENADA COMO
COMPENSADOR DE FRÍO SOBRE LA PRODUCCIÓN DEL MELOCOTÓN (*Prunus persica*),
VARIEDAD SALCAJÁ, BAJO CONDICIONES DEL VALLE DE QUETZALTENANGO.**

TESIS

**PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE
AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

POR

RICARDO BALDOMERO OLA HUITZ

En el acto de investidura como

INGENIERO AGRÓNOMO

EN

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

EN EL GRADO ACADÉMICO DE

LICENCIADO

GUATEMALA, AGOSTO 2005.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Dr. M. V. LUIS ALFONSO LEAL MONTERROSO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO

VOCAL PRIMERO

VOCAL SEGUNDO

VOCAL TERCERO

VOCAL CUARTO

VOCAL QUINTO

SECRETARIO

Dr. Ariel Abderramán Ortiz López

Ing. Agr. Alfredo Itzep Manuel

Ing. Agr. Walter Arnoldo Reyes Sanabria

Ing. Agr. Erberto Raúl Alfaro Ortiz

Prof. Elmer Antonio Alvarez Castillo

P.C. Miriam Eugenia Espinoza Padilla

Ing. Agr. Pedro Peláez Reyes

Guatemala, Agosto de 2005.

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Universidad de San Carlos de Guatemala

Distinguidos miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado:

EFFECTO DE LA ÉPOCA DE APLICACIÓN DE CIANAMIDA HIDROGENADA COMO
COMPENSADOR DE FRÍO SOBRE LA PRODUCCIÓN DEL MELOCOTÓN (*Prunus persica*),
VARIEDAD SALCAJÁ, BAJO CONDICIONES DEL VALLE DE QUETZALTENANGO.

Como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en el grado académico de Licenciado.

Esperado que el presente trabajo de investigación satisfaga los requisitos necesarios para su aprobación agradezco la atención a la presente.

Atentamente

Ricardo Baldomero Ola Huitz

ACTO QUE DEDICO

A:

- DIOS** Por ser la luz que a iluminado cada día de mi vida, otorgándome sabiduría para alcanzar mis metas.
- MIS PADRES** Martín Ola Tzorín
Hortencia Huitz García de Ola
Como pequeña recompensa a sus grandes esfuerzos y sacrificios.
- MIS HIJAS** Andrea Maria y Karen Maria
Motivo de mis constantes esfuerzos y como un digno ejemplo de esfuerzo y superación
- MI HERMANA** Olga Marina
Por su apoyo y por todos los momentos especiales compartidos.
- MI ABUELITA** Maria Santos García
Con cariño
- MI FAMILIA EN GENERAL** Como muestra de cariño y respeto
- MIS AMIGOS Y
COMPAÑEROS** Como memoria de nuestra vida universitaria y muestra de sincera amistad.

TESIS QUE DEDICO

A:

Guatemala

Escuela Nacional Juan Bautista Gutiérrez

Instituto Nacional de Educación Básica con Orientación Industrial

Universidad de San Carlos de Guatemala

La Facultad de Agronomía

Los productores de melocotón que se esfuerzan cada día en su desarrollo

AGRADECIMIENTOS

A:

Ing. Agr. Héctor Alvarado, por su valiosa asesoría y apoyo en la realización del presente estudio.

Ing. Agr. Adalberto Rodríguez, por la valiosa asesoría en la elaboración del presente estudio y mi ejercicio profesional supervisado.

CONTENIDO GENERAL

	Página
CONTENIDO GENERAL	i
ÍNDICE DE CUADROS	iii
ÍNDICE DE FIGURAS	iv
RESUMEN	v
1. INTRODUCCIÓN	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
3. MARCO TEÓRICO	4
3.1. MARCO CONCEPTUAL	4
3.1.1. Frutales de hoja caduca	4
3.1.2. Descripción de la planta	4
3.1.2.1. Variedad Salcajá	5
3.1.3. Fenómeno del reposo	6
3.1.3.1. El período de reposo	6
3.1.3.2. Letargo	8
3.1.3.3. Fisiología del reposo	8
3.1.3.4. El rompimiento del reposo	10
3.1.4. Requerimiento de frío	11
3.1.4.1. Sintomatología por falta de frío	12
3.1.4.2. Las horas frío	13
3.1.4.3. Cálculo de horas frío	14
3.1.5. Compensadores de frío	15
3.1.5.1. Métodos químicos	15
3.1.5.2. La cianamida hidrogenada como compensador de horas frío	17
3.1.6. Producción forzada de durazno	19
3.2 MARCO REFERENCIAL	
3.2.1. Descripción del área de estudio	20
3.2.2. Material experimental	20
4. OBJETIVOS	
4.1. General	21
4.2. Específicos	21
5. HIPÓTESIS	22

6. METODOLOGÍA	
6.1. Tratamientos	23
6.2. Diseño experimental	23
6.2.1. Unidad experimental	23
6.2.2. Modelo estadístico	24
6.3. Variables de respuesta	24
6.3.1. Porcentaje de yemas brotadas	24
6.3.2. Días de flor a inicio de cosecha	24
6.3.3. Período de duración de la cosecha	25
6.3.4. Rendimiento	25
6.4. Manejo del experimento	25
6.4.1. Delimitación del área de estudio	25
6.4.2. Determinación de las horas frío acumulados	25
6.4.3. Preparación de los productos a aplicar	26
6.4.4. Momento de aplicación de los productos	26
6.4.5. Metodología de muestreo	26
6.4.6. Manejo agronómico	26
6.5. Análisis de la información	28
6.5.1. Análisis estadístico	28
6.5.2. Análisis económico	28
7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	
7.1 Porcentaje de yemas brotadas	30
7.2 Período de flor a inicio de cosecha	32
7.3 Período de duración de la cosecha	33
7.4 Rendimiento de fruta	34
7.5 Integración de las variables	35
7.5 Análisis económico	38
8. CONCLUSIONES	40
9. RECOMENDACIONES	41
10. BIBLIOGRAFÍA	42
11. APÉNDICE	44

ÍNDICE DE CUADROS

		Página
Cuadro 1.	Tratamientos considerados para la evaluación de la época de aplicación de la cianamida hidrogenada.	23
Cuadro 2.	Resumen de la prueba de Tukey para los valores promedios del porcentaje de yemas brotadas en melocotón (<i>Prunus persica</i>) Var. Salcajá, muestreadas a los 85 días después de la defoliación de todos los tratamientos. Granja San Isidro Los Pinos, Quetzaltenango, 2004.	30
Cuadro 3.	Resumen de la prueba de Tukey para los valores promedio del numero de días de flor a inicio de cosecha del cultivo de melocotón (<i>Prunus persica</i>) Var. Salcajá. Granja San Isidro Los Pinos, Quetzaltenango, 2004.	32
Cuadro 4.	Resumen de la prueba de Tukey para los valores promedio el período en días de duración de la cosecha del cultivo de melocotón (<i>Prunus persica</i>) Var. Salcajá. Granja San Isidro Los Pinos, Quetzaltenango, 2004.	34
Cuadro 5.	Resumen de la prueba de Tukey para los valores promedio de rendimiento de fruta (tm/ha) del cultivo de melocotón (<i>Prunus persica</i>) Var. Salcajá. Granja San Isidro Los Pinos, Quetzaltenango, 2004.	35
Cuadro 6.	Resumen de costos de producción, rendimiento, ingreso bruto, ingreso neto, relación beneficio costo y rentabilidad del cultivo de melocotón (<i>Prunus persica</i>) Var. Salcajá. Granja San Isidro Los Pinos, Quetzaltenango, 2004.	39
Cuadro 7A.	Resultados obtenidos para cada una de las variables de respuesta estudiadas en la evaluación de la época de aplicación de la cianamida hidrogenada en el cultivo de melocotón (<i>Prunus persica</i>) Var. Salcajá. Granja San Isidro Los Pinos, Quetzaltenango, 2004.	46
Cuadro 8A	Análisis de varianza para el porcentaje de yemas brotadas en melocotón (<i>Prunus persica</i>) Var. Salcajá de 10 brindillas productoras muestreadas elegidas al azar, a los 85 días después de la defoliación de todos los tratamientos. Granja San Isidro Los Pinos, Quetzaltenango, 2004.	47
Cuadro 9A	Análisis de varianza para el numero de días de flor a inicio de cosecha del cultivo de melocotón (<i>Prunus persica</i>) Var. Salcajá, como efecto de la aplicación de la cianamida Hidrogenada al 1.5% en diferentes épocas. Granja San Isidro Los Pinos, Quetzaltenango, 2004.	47

Cuadro 10A	Análisis de varianza para el período en días de duración de la cosecha del cultivo de melocotón (<i>Prunus persica</i>) Var. Salcajá, como efecto de la aplicación de Cianamida Hidrogenada al 1.5% en diferentes épocas. Granja San Isidro Los Pinos, Quetzaltenango, 2004.	48
Cuadro 11A	Análisis de varianza para el rendimiento de fruta (tm/ha) del cultivo de melocotón (<i>Prunus persica</i>) Var. Salcajá, como efecto de la aplicación de Cianamida Hidrogenada al 1.5% en diferentes épocas. Granja San Isidro Los Pinos, Quetzaltenango, 2004.	48
Cuadro 12A.	Costos de producción para el cultivo de melocotón (<i>Prunus persica</i>) Var. Salcajá por hectárea, para cada tratamiento evaluado. Granja San Isidro Los Pinos, Quetzaltenango, 2004.	49

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página	
Figura 1.	Estructura molecular de la Urea, Tiourea y Cianamida hidrogenada, que son utilizadas para la compensación de frío.	16
Figura 2.	Número de días después de la aplicación de cianamida hidrogenada, con su respectivo porcentaje promedio de brotación.	31
Figura 3.	Valor promedio de las variables de respuesta estudiadas en el cultivo de melocotón (<i>Prunus persica</i>) Var. Salcajá, Granja San Isidro Los Pinos, Quetzaltenango, 2004.	37
Figura 4A.	Dimensiones de la unidad experimental, en la evaluación de la época de aplicación de la cianamida hidrogenada.	45
Figura 5A.	Croquis del sitio experimental y distribución de los tratamientos en el campo, en la evaluación de la época de aplicación de la cianamida hidrogenada.	45

EFFECTO DE LA ÉPOCA DE APLICACIÓN DE CIANAMIDA HIDROGENADA COMO COMPENSADOR DE FRÍO SOBRE LA PRODUCCIÓN DEL MELOCOTÓN (*Prunus persica*), VARIEDAD SALCAJÁ, BAJO CONDICIONES DEL VALLE DE QUETZALTENANGO.

EFFECT OF THE APPLICATION TIME OF HYDROGEN CYANAMIDE AS COMPENSATION OF COLD ON THE PRODUCTION OF THE PEACH (*Prunus persica*), VARIETY SALCAJÁ, UNDER CONDITIONS OF THE VALLEY OF QUETZALTENANGO.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en la plantación de melocotón (*Prunus persica*) Var. Salcajá de la Labor San Isidro Los Pinos, ubicada en el cantón Chichihüitan, Quetzaltenango, teniendo como objetivo determinar el efecto de aplicación de cianamida hidrogenada en diferentes épocas de aplicación de acuerdo a la acumulación de frío, determinando con lo anterior, que cantidad de frío deben acumular los árboles para realizar la aplicación de cianamida hidrogenada.

Las variables de respuesta fueron: porcentaje de brotación de yemas, número de días de flor a cosecha, número de días de cosecha y rendimiento (tm/ha).

Para el análisis de la información, se utilizó un diseño de bloques al azar con cinco tratamientos y seis repeticiones o bloques; los resultados fueron sometidos a un análisis de varianza, el cual demostró que existieron diferencias significativas para todas las variables de respuesta evaluadas, por lo que se procedió a realizar una comparación múltiple de medias. También se realizó un análisis económico para evaluar la rentabilidad sobre la implementación de cada tratamiento y así determinar que tratamiento económicamente es el más favorable.

Con base a los objetivos planteados y los resultados obtenidos se puede decir que: a) El aplicar cianamida hidrogenada en cualquiera de las épocas evaluadas incrementa el porcentaje de brotación, en un rango de 58.58% a 66.32% promedio, en comparación con el testigo absoluto (sin aplicación) que obtuvo una brotación de 40.27%. b) El aplicar cianamida hidrogenada a los árboles cuando se hayan acumulado 400 horas frío, reduce el período de flor a cosecha en 14 días, con relación al período normal de 180 días. c) El aplicar cianamida hidrogenada en cualquiera de las apocas evaluadas ejerce el mismo efecto en la reducción del período de cosecha e incrementa rendimiento, obteniéndose un rango de 36 a 39 días promedio de cosecha y un rendimiento de 31.59 a 34.57 tm/ha, con relación al testigo absoluto que tiene un período de 49 días de cosecha y un rendimiento de 27.94 tm/ha. d) La aplicación de la cianamida en cualquiera de las épocas evaluadas incrementa la rentabilidad del cultivo. De los cuales el tratamiento que presento mejor rentabilidad, fue la aplicación de cianamida hidrogenada cuando el árbol había acumulado 200 horas frío, con el cual se obtuvo una rentabilidad de 551% y una relación/beneficio costo de 6.51.

Determinándose que la cianamida hidrogenada puede ser aplicada desde que el árbol haya acumulado 200 a 400 horas frío, por lo que el momento de aplicación queda a criterio del productor en base a la época en que quiera obtener su cosecha, permitiendo escalonar las fechas y ampliar la época pico de producción, evitando así la saturación de mercados en un período determinado.

1. INTRODUCCIÓN

La producción de frutales en general y en particular el melocotón, es una rama de la actividad agrícola que no hace mucho tiempo ha comenzado a tener un especial significado en Guatemala. El melocotón, es originario de zonas templadas y frías de China, pero en Guatemala se puede cultivar a pesar de ser un país ubicado en la franja tropical, gracias al frío acumulado por la altitud.

El melocotón es un frutal que tiene importancia económica en Guatemala, principalmente en la zona del altiplano central y occidental. Actualmente se cuenta con 1,080 hectáreas de melocotón, en doce departamentos del país, de donde el 85.42% corresponde a plantaciones con la variedad Salcajá. La producción nacional que se obtiene actualmente se estima que es de 4,608 toneladas métricas, producto de 512 hectáreas en edad productiva. Esta producción no satisface la creciente demanda tanto para consumo fresco como para la industrialización, desde hace más de dos décadas se surte el mercado nacional y se exporta hacia Centro América, no obstante cada día los mercados se vuelven más exigentes en la calidad del producto (17, 21).

Los principales productores de melocotón variedad Salcajá en Guatemala son los departamentos de Quetzaltenango y Chimaltenango que hacen el 50% del área cultivada, afrontando una serie de problemas dentro de ellos: el requerimiento de horas de frío de esta variedad que es de 800, que no son cubiertas, ya que para el caso del Valle de Quetzaltenango, se tiene una acumulación promedio de 550 horas frío (Hf), con rangos que oscilan entre las 400 y las 675 Hf por período. Este factor influye considerablemente en los bajos rendimientos del cultivo, que para el valle de Quetzaltenango se reporta en un promedio de 12 tm/ha, alcanzándose para otros países, rendimientos superiores a las 45 tm/ha (1, 21).

En la presente investigación se evaluó el efecto que tiene la cianamida hidrogenada al ser aplicada en diferentes épocas de acuerdo a la acumulación de frío, sobre la producción de melocotón. Determinando los efectos ejercidos en la brotación, período de flor a cosecha, duración de la cosecha y el rendimiento. Según los resultados obtenidos se determinó que las diferentes épocas de aplicación evaluadas, incrementa el porcentaje de brotación de yemas, reduce del período de cosecha e incrementa el rendimiento, existiendo una reducción del período de flor a cosecha de 14 días al aplicar la cianamida hidrogenada cuando el árbol acumulo 400 horas frío. Demostrándose que aplicar la cianamida hidrogenada en cualquiera de las épocas evaluadas incrementa la rentabilidad del cultivo.

Determinándose que la cianamida hidrogenada puede ser aplicada desde que el árbol haya acumulado 200 a 400 horas frío, por lo que el momento de aplicación queda a criterio del productor en base a la época en que quiera obtener su cosecha, permitiendo escalonar las fechas y ampliar la época pico de producción, evitando así la saturación de mercados en un período determinado.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La producción de frutales deciduos se desarrollan adecuadamente en regiones templadas y frías, donde las temperaturas promedio anuales son bajas, marcándose perfectamente las cuatro estaciones: primavera, verano, otoño e invierno. En las cuales se presentan cada año inviernos muy bien definidos. Entrando el árbol a un período de reposo, como un mecanismo de defensa hacia esos factores climáticos adversos, siendo esta una estrategia adaptativa que las especies han desarrollado a lo largo de la evolución ocurrida en el tiempo.

En condiciones naturales del valle de Quetzaltenango el cultivo de melocotón (*Prunus persica*) Var. Salcajá requiere de 800 horas frío, que en no se satisfacen, manifestándose por el poco crecimiento y baja productividad de los árboles, a causa de floración escasa y desuniforme; observándose en la misma rama productiva, diferentes estados fenológicos como frutos ya desarrollados, floración y yemas hinchadas (prefloración) y en la etapa de yema dormida, ocasionando períodos de cosecha muy prolongados. Estos factores influyen considerablemente en los bajos rendimientos del cultivo, que para el valle de Quetzaltenango se reporta en un promedio de 12 tm/ha, alcanzándose para otros países, rendimientos superiores a las 45 tm/ha (1, 21).

Al no acumularse el requerimiento de horas frío, se produce un reposo prolongado, con sus malas consecuencias. En regiones netamente tropicales no es precisamente el período de descanso y su rompimiento el motivo de la preocupación, sino la ausencia del mismo, que determina una constante pero lánguida vegetación durante todo el año, con la presencia de flores y de frutos en distintos estados de desarrollo, que nunca llegan a alcanzar la calidad deseada, reduciendo considerablemente el rendimiento del fruto y la vida productiva del árbol (1).

La posibilidad de producir en las condiciones señaladas sólo puede lograrse forzando al árbol a brotar, crecer y fructificar, mediante la utilización de compensadores de frío, después de su etapa de reposo logrando romper su dormancia. Tomando en cuenta que en la actualidad es aceptado por la mayor parte de fisiólogos, que el mecanismo directo que regula el período de reposo son procesos endógenos donde existe un balance o contenido proporcional, en el interior del vegetal, de promotores de crecimiento y de inhibidores, por lo que las recomendaciones para la aplicación de los compensadores de frío, se establecen en base a las etapas fenológicas del cultivo, al encontrarse en la etapa de yema hinchada (prefloración 8 a 15 días antes de la floración).

Como se mencionó anteriormente, la recomendación técnica es aplicar la cianamida hidrogenada, cuando la planta se encuentra en la etapa fenológica de yema hinchada (prefloración), pero por la desuniformidad en la brotación como consecuencia de la deficiencia en la acumulación de frío, al aplicarlo en

esta forma bajo nuestras condiciones, se producen quemaduras de yemas que se encuentran en estados fenológicos más avanzados, tal es el caso de punta rosada (inicio de floración) y floración, perdiéndose hasta un 20% de dichas yemas.

Por lo que se hizo necesario generar información para determinar el efecto de la época de la inducción a la brotación, de acuerdo a las horas frío que el árbol haya acumulado y no por etapa fenológica, utilizando como compensador de frío la cianamida hidrogenada. Contribuyendo así a la generación de información que pueda ser utilizada para lograr una floración uniforme, reduciendo así los períodos de cosecha muy prolongados, para lograr una mejor producción del melocotón (*Prunus persica*) Var. Salcajá.

3. MARCO TEORICO

3.1 Marco conceptual

3.1.1 *Frutales de Hoja Caduca*

Los frutales de hoja caduca, según Calderón (4), regularmente se conocen como deciduos o caducifolios, presentan un ciclo anual de desarrollo muy típico, caracterizado por una intensa floración en primavera, inmediatamente seguida de la foliación y del crecimiento vegetativo que continúa durante aproximadamente siete a ocho meses, que posteriormente se detiene. Poco tiempo después se desprende de todas sus hojas mediante abscisión del peciolo, quedando totalmente desnudos y comenzando un período de descanso. Este desprendimiento total de las hojas, así como el período de reposo, son las características que definen a este tipo de árboles, los ejemplos característicos son el manzano, el peral, el melocotón, el chabacano, el ciruelo, el cerezo, etc. Que son propios de regiones frías y templadas, aunque en la actualidad el cultivo de melocotón se ha extendido a regiones subtropicales, debido al mejoramiento genético y la obtención de variedades de bajo requerimiento de frío, según lo confirma González (17) cultivándose en lugares de gran altitud donde se presentan bajas temperaturas (menores de 7 °C).

Presentan un ciclo anual, de desarrollo muy típico, caracterizado, en muchos de los casos, por una intensa floración en primavera (marzo y abril para Guatemala), inmediatamente seguida de la brotación de las hojas y del crecimiento vegetativo que continúa durante aproximadamente siete a ocho meses, al cabo de los cuales queda inhibido y se detiene. Poco Tiempo después se desprenden todas sus hojas mediante abscisión del peciolo, quedando totalmente desnudos y comenzando un período de descanso o inactividad casi total. Este desprendimiento total de las hojas, así como el período de reposo, son las características que definen a este tipo de árboles (5).

3.1.2 *Descripción de la Planta*

El melocotón, es un árbol robusto, de copa ovalada, con una vida útil económica de 20 años. Presenta una raíz principal o pivotante, las cuales tienen un típico color anaranjado con lenticelas muy evidentes; están muy ramificadas e igual que la mayor parte de las plantas arbóreas, están muy extendidas y poco profundas. La zona explorada por la raíces ocupa una superficie mayor que la zona de proyección de la copa (5).

Si se deja crecer la planta libremente adopta un porte globoso y adquiere unas dimensiones medias entre 4 a 6 metros (15,17).

Las ramas del melocotonero, según las dimensiones y la distribución de las yemas de flor se clasifican en: ramas mixtas, chifonas, ramas de mayo y chupones (15).

Las yemas pueden ser de madera o de flor. Las primeras se distinguen sobre todo por su forma cónica y menores dimensiones (longitud: 3.5-6 mm, diámetro 2-3.5 mm); están formadas por 8-10 pérulas revestidas por una tomentosidad blanquecina. Las yemas de flor son globosas, de mayores dimensiones (longitud: 5-7mm, diámetro: 3-4 mm) y están formadas por 10-12 pérulas mucho más tomentosas que las anteriores; tienen por lo general una sola flor, a veces dos (15,17).

Las hojas son oblongas, lanceoladas, con una longitud generalmente entre 140 a 180 mm y una anchura entre 40 a 50 mm; el limbo es liso, a veces ondulado a lo largo del nervio central, los bordes son serrados, crenados o doblemente dentados. El color de las hojas en otoño es un índice para la distinción de las variedades de pulpa o carne amarilla de las de pulpa blanca: las hojas de las primeras se colorean de amarillo intenso o anaranjado claro, las de las segundas de amarillo claro (15).

Las flores, pueden estar solitarias, reunidas o en grupos de tres o cuatro, son de dos tipos: rosáceas y campanuláceas (15).

El fruto es una drupa (pericarpio membranoso, mesocarpio pulposo, endocarpio leñoso), de forma más o menos globosas con un surco longitudinal bien marcado y una cavidad del pedúnculo (15,17).

El pericarpio puede ser adherente a la pulpa o fácilmente separable. La pulpa puede ser de color amarillo (del amarillo cloro al anaranjado) o blanco; el hueso adherido a la pulpa o libre (15).

3.1.2.1 Variedad Salcajá

No se conoce claramente la procedencia de esta variedad y como fue introducida al país, hace más de 40 años, sin embargo se cree que es el resultado del cruce entre una variedad guatemalteca con una variedad norteamericana Elberta, El 90% de las plantaciones comerciales en nuestro medio están sembradas con esta variedad (17).

Es un fruto de color amarillo intenso con una chapa roja, de pulpa consistente adherida al hueso, sabor y aroma característico con una concentración de sólidos solubles que oscila de 12 a 15 grados brix, soporta bien el transporte, 180 días de flor a cosecha. Frutos medianos a grandes entre 150 a 200 grs. La época de cosecha depende de la región productora, iniciándose desde julio hasta finales de septiembre. Su requerimiento de horas frío se estima entre las 700 y las 800. Puede emplearse tanto para el consumo en fresco como para industria. El rendimiento de fruta por árbol adulto, en el sistema de vaso abierto, oscila entre los 34 a 56 kilos (75 a 125 libras) por árbol, dependiendo del manejo agronómico y condiciones climáticas de producción (17).

3.1.3 Fenómeno del Reposo

La actividad cíclica del crecimiento: Samish (23), mencionó que los árboles frutales nativos de clima templado durante el año, tienen un período cíclico de crecimiento. En la primavera las yemas se activan dando lugar a hojas, flores o ramas; el crecimiento vegetativo continúa hasta que se forma la yema terminal en el ápice o punta de la rama, se detiene al final del verano y permanece así durante el otoño-invierno; para reiniciar en la próxima primavera.

El mismo autor indica que la inactividad de crecimiento que ocurre en el otoño-invierno tiene tres etapas distintivas. Al presentarse la detención de crecimiento a fines del verano, las yemas están en una condición latente y pueden ser inducidas a crecer si el árbol recibe estímulos ambientales o de manejo como alta temperatura, podas, riegos, fertilización, defoliación, etc. Esta etapa se denomina latencia y es regulada por condiciones externas. A medida que transcurre el ciclo hacia el otoño-invierno, las yemas se muestran menos sensibles a ser estimuladas para crecer; llegan a un punto en que no responderán a ningún estímulo externo; es decir, existe una condición interna de inhibición que sólo puede terminarse si la yema es expuesta a bajas temperaturas por determinado tiempo, el cual es específico para cada especie y cultivar. Esta etapa se denomina reposo y es una condición fisiológica importante en el compartimiento de los árboles frutales de clima templado. Después que las yemas salen del reposo, entran nuevamente a otra etapa de latencia y podrán crecer una vez que tengan condiciones ambientales y de manejo favorable para ello. Las etapas de latencia-reposo-latencia no son absolutas en tiempo, por lo que se traslapan al final y principio de cada una (23).

Denny y Stanton citado por Díaz (11), señalan que la intensidad y duración del reposo en las yemas, se da en forma individual para cada una de ellas en el árbol. Esto se ha demostrado dando tratamientos estimulantes localizados, en donde la yema tratada brota mientras que las adyacentes no lo hacen.

3.1.3.1 El Período de Reposo

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

estén presentes. Por otra parte, la acción de estas sustancias depende mucho de la presencia de otras y de las interrelaciones que entre ellas se puedan presentar (26).

También los factores externos del árbol, en especial los climáticos, influyen de manera notable, sobre la fisiología de éste dictándole instrucciones sobre la síntesis de sustancias promotoras o inhibitoras. Cuando las cantidades de promotoras son altas, los árboles son inducidos a crecer, mientras si la predominancia es de inhibidores se induce el descanso. Ambos tipos de sustancias suelen ser producidos en las hojas y en las yemas, y a partir de estos órganos se produce la difusión hacia otros, donde son resentedos los efectos (26).

Se han identificado algunas sustancias inhibitoras como los flavonoides llamados *naringenina* y *prunina*, también está el *ácido abscisínico*. El ácido abscisínico es un inhibidor que tiene antagonismo con las *auxinas*, *ácido giberélico* y las citocininas; Se le ha encontrado en las yemas en altas concentraciones durante el período de reposo, disminuyendo considerablemente su contenido al acercarse el fin del período, una vez que se han satisfecho los requerimientos de frío (26).

Los elevados contenidos de inhibidores que han podido ser observados en la proximidad del inicio del período de reposo y durante él, así como la disminución de ellos al final de dicho período y durante la brotación, coincidiendo con situaciones inversas respecto a promotores de crecimiento, parecen confirmar la hipótesis de que el reposo está determinado y regulado por el balance de dichas sustancias en el vegetal, en el cual tiene mucho que ver el efecto del frío que en definitiva tiende a determinar una predominancia de los promotores sobre los inhibidores, que permite la brotación (26).

Factores externos climáticos, tales como la temperatura, radiación solar, humedad relativa, fotoperíodo y labores culturales del cultivo como la fertilización, riego, etc. influyen en el mecanismo que determina la caída de las hojas y la entrada en reposo de los árboles, pero su intervención no es muy bien conocida (26).

Se considera que el período de reposo comienza en los árboles, desde el momento en que se detiene el crecimiento vegetativo anual, aún antes del desprendimiento de las hojas. Esta detención es casi total en la parte aérea pero parece ser que no tiene lugar de manera tan acentuada en la parte subterránea, en la que el crecimiento y otras funciones continúan presentándose, aunque a ritmo menor. La respiración aunque casi latente, continúa efectuándose, mientras que la fotosíntesis, la transpiración estomática la traslocación de sustancias y el metabolismo en general desaparece en su acción (26).

Los árboles frutales caducifolios son propios y originarios de regiones de Europa y Asia bastante frías, en las cuales se presentan cada año inviernos muy bien definidos y generalmente crudos. El reposo es por lo tanto un mecanismo de defensa de ellos hacia estos factores climáticos adversos, es una estrategia adaptativa que las especies han desarrollado a lo largo de la evolución ocurrida en el tiempo (26).

3.1.3.2 Letargo

El término letargo se emplea para indicar la suspensión o detención del crecimiento visible, de manera temporal, de yemas o semillas, sin importar la causa que lo provoca. El letargo de acuerdo con el origen que lo causa, puede ser de tres clases diferentes (26)

- **ECODORMANCIA O QUIESCENCIA:** Es la detención del crecimiento, que tiene lugar debido a causas externas desfavorables, como pueden ser inapropiadas condiciones de temperatura o de humedad. Este tipo de letargo está, entonces bajo el control exógeno y cuando la causa que lo provoca desaparece, el crecimiento se reanuda.
- **PARADORMANCIA O INHIBICION CORRELATIVA:** cuando el letargo es debido a condiciones internas pero los factores que lo determinan son producidos en otro órgano. Es el caso de una yema lateral que debido a la dominancia apical se encuentra inhibida por la yema terminal, al eliminarse ésta última, se rompe la inhibición de aquella, brotando y creciendo.
- **ENDODORMANCIA O REPOSO:** Es la suspensión del crecimiento originada por causas internas, y que tiene lugar aún cuando las condiciones externas o ambientales sean favorables. Su regulación está bajo control endógeno.

3.1.3.3 Fisiología del Reposo

En general, se considera que la latencia en los árboles se establece cuando en las ramas se forma la yema terminal, es decir cuando se detiene el crecimiento. El reposo se presenta posteriormente cuando esa yema terminal no puede rebrotar en respuesta a cualquier estímulo externo como alta temperatura, poda, riego, etc. (11).

Samish y Wareing citado por Díaz (11), asentaron que uno de los principales factores ambientales que inducen al árbol a entrar en reposo, es la presencia progresiva de bajas temperaturas en el otoño; con lo que se reduce la actividad metabólica de crecimiento. La sequía o la falta de nutrientes pueden inactivar el árbol, pero su efecto es hacia el proceso de latencia.

Una vez que el árbol frutal está en reposo, las temperaturas bajas del invierno son principalmente las que podrán terminar este fenómeno. De esta manera, el frío tiene una doble función en el fenómeno de reposo del árbol; induciendo a que ocurra y que finalice cuando así se requiera para la brotación. Las especies y cultivares que entran en reposo, requerirán de acumulación de frío para terminar el proceso (11).

Los cambios metabólicos que ocurren antes y durante el reposo son importantes y han sido estudiados con el propósito de entender los mecanismos que regulan este fenómeno (11).

Se conoce que durante el invierno, las yemas están metabólicamente activas, aún cuando visualmente no tengan crecimiento (11). Cole, Solomos y Faust (9) consignaron que la respiración es uno de los procesos más activos ya que del inicio del reposo al de la brotación ésta incrementa progresivamente. Así mismo, hay actividad enzimática relacionada con la respiración, según lo registrado por Oncelay et al citado por Díaz (11), en donde las hidrogenasas (enzimas que catalizan la oxidación de sustratos quitándole hidrógeno) aumentan durante el reposo. Adicionalmente, se ha observado que yemas de durazno con su requerimiento de frío, parcialmente satisfecho y bajo condiciones anaeróbicas o de baja concentración de oxígeno, son estimuladas a brotar más rápido y uniformemente que con alta concentración de oxígeno, de acuerdo con lo asentado por Erez, Couvillon y Kays (11). Lo anterior sugiere que la fase glicólisis de respiración es crítica en la terminación del reposo.

Existen otros sistemas enzimáticos que cambian activamente en el invierno. Kaminski y Rom citado por Díaz (11) señalaron que la catalasa (enzima que destoxifica productos metabólicos dañinos a O_2 libre) se reduce a medida que transcurre el reposo, mientras que Oncelay et al citado por Díaz (11) registraron que la fosfatasa (reguladora del nivel de fosfato inorgánico) y las peptidasas o proteinasas (que rompen cadenas protéicas) aumentan su actividad a medida que el árbol acumula frío.

Wareing y Saunders, y Leavee citado por Díaz (11) señalaron que aun cuando las auxinas son las hormonas estimulativas más importantes, no han sido relacionadas al fenómeno de reposo; durante el invierno permanece a niveles muy bajos y elevan su concentración sólo cuando la brotación se va iniciar, o sea, después que el reposo ha pasado. Por otra parte, las aplicaciones de auxinas a yemas dormidas no inducen la apertura de éstas, aun en etapas finales del fenómeno.

En relación con las giberelinas, los mismos autores citaron que al inicio de latencia se tiene una reducción en los niveles de la hormona, y posteriormente se incrementan de manera progresiva con la acumulación de frío, hasta llegar a altos niveles antes de la brotación; eso sugiere que pueden estar regulando cambios de actividad de crecimiento. Cuando esta hormona se aplica externamente a las yemas de durazno solo responde favorablemente la yema vegetativa y no la floral. En general, no puede concluirse que esta hormona sea la reguladora del proceso, aun cuando su importancia es incuestionable (11).

De las citocininas, fitohormonas estimulantes, Leavee citado por Díaz (11) señalo que se les ha encontrado en niveles bajos en árboles en reposo, mientras que durante la primavera aumenta considerablemente. Así estos compuestos se sintetizan durante la acumulación de frío y pudieran regular parte de la fisiología del fenómeno.

Dado que la principal característica del reposo es la reducida actividad metabólica y de crecimiento, se ha considerado que a nivel hormonal puede existir un compuesto inhibidor que al aumentar la concentración, cause tal efecto. De las hormonas más estudiadas es este grupo destaca el ácido abscísico, cuyos niveles aumentan al inicio del reposo y se reducen hacia el final de éste en casi todas las especies frutales, de acuerdo con lo citado por Wareing et al citado por Díaz (11).

Lavee citado por Díaz (11) señalo que por el tipo de actividad e importancia de las hormonas en el desarrollo de la planta, se puede asumir que tiene una función en el reposo a través de un balance entre ellas, provocando efectos sinérgicos.

3.1.3.4 El Rompimiento del Reposo

Según Calderón (6), para que el árbol frutal de hoja caduca brote con normalidad en primavera, es decir, para que rompa su estado de reposo y entre de nuevo al período de crecimiento de su ciclo anual, se requieren entonces dos condiciones indispensables:

1. Que hayan sido satisfechas sus necesidades de frío invernal.
2. Que se presenten temperaturas favorables al crecimiento.

Mientras cualquiera de las dos no tengan lugar en debida forma, el árbol continuará estando en descanso, siendo la primera de ellas la causante, en regiones sub-tropicales, del llamado reposo prolongado. En lo que respecta a las temperaturas favorables se considera como necesaria la existencia de un cierto número de días con temperaturas medias diarias que no bajen de 10 °C, estimándose a este como el límite inferior, bajo el cual las condiciones de crecimiento y de actividad vegetativa no son propicias (6).

El tiempo de permanencia de la temperatura en condiciones favorables a la vegetación, una vez completado el frío invernal, para que se logre despertar del árbol y la plena floración es muy variables con las diversas especies y variedades. Aun cuando se conoce la gran importancia de las altas temperaturas para la determinación de la brotación, una vez satisfecho el requisito de frío, existen algunas dudas sobre la interferencia de grandes oscilaciones diarias que puedan tener sobre ese fenómeno, ya que el dato de temperatura medias diarias puede ser igual en situaciones de gran homogeneidad térmica diurna-nocturna, que en aquellas otras de gran disparidad en ese aspecto. Parece ser más favorable a la vegetación una gran constancia en las temperaturas, aun cuando éstas no sean muy altas, que notables oscilaciones, con muy elevadas temperaturas durante el día (6).

Es interesante indicar que la acción de las bajas temperaturas invernales que rompen el período de reposo tiene un efecto puramente local sobre cada yema del árbol, no transmitiendo su efecto de una parte a otra. Se han realizado multitud de experimentos, al respecto, exponiendo a la acción del frío solamente determinadas partes y protegiendo el resto de la intemperie, habiéndose en todos los casos encontrado que las ramas o partes que directamente sufrieron el frío brotando normalmente en primavera, mientras que el resto, que no lo sufrió, continuo en estado de reposo prolongado (11).

Ello indica con claridad la acción del frío sobre cada yema para destruir su alto contenido de inhibidores y/o estimular la formación de promotores de crecimiento, creando un balance positivo para la multiplicación celular y en general para la actividad vegetativa. Se presume que este balance se realiza individualmente en cada yema y que su acción determinante solo alcanza para estimular a ella, no pudiendo ser de mayor intensidad que lograra efectos sobre yemas vecinas, de esta manera. Solo las yemas con balance inhibidor-promotor conveniente rompen el letargo y brotan (11).

Se ha observado que no solamente el frío recibido tiene actuación sobre la ruptura del letargo invernal, o que en todas las yemas del árbol tienen iguales requerimientos, ya que la edad de las yemas y la posición de ellas influyen en la determinación de las posibilidades de brotación. Suelen ser las yemas más jóvenes, las terminales y las cercanas a ellas, así como las que se encuentran en las partes más elevadas inclinadas o arqueadas, las que presentan mejores facultades para brotar o menores necesidades de invernación (11).

Este fenómeno, de requerimientos diferenciales, esta relacionado con el de dominación apical y de distribución de Auxinas, de acuerdo con su movimiento polar que ocasiona diferentes posibilidades de brotación y diversos grados de vigor a las yemas, de acuerdo a sus posiciones sobre ramas de distinta colocación. De la misma manera, se ha comprobado que existen requerimientos de frío diferencial entre las yemas a flor y las yemas vegetativas de los frutales caducifolios, siendo por lo general de menores necesidades las primeras, mientras que las segundas, especialmente las de posición lateral, suelen poseer más elevadas esas necesidades (11).

3.1.4 Requerimientos de Frío

Los frutales caducifolios como el durazno requieren de la presencia de bajas temperaturas durante el reposo para que se rompa este período de inactividad y las yemas puedan iniciar la brotación y tengan un crecimiento al presentarse temperaturas favorables en la siguiente primavera (4).

El rompimiento del estado de reposo es función de la presencia de frío invernal, que parece ser que actúa destruyendo a las sustancias inhibidoras y favoreciendo el incremento de los promotores. Para que esta situación de nuevo balance inhibidor-promotor se lleve a cabo en forma conveniente, se rompa el reposo, y

los árboles florezcan y entren en la primavera, se necesita la presencia de una cierta cantidad de bajas temperaturas en invierno, que se conoce como requerimiento de frío (6).

Los requerimientos de frío son específicos de cada especie y de cada variedad en particular, y así se tienen variedades de altos requerimientos de frío mientras que otras requieren poco frío y brotan normalmente en la primavera sin que en el invierno se haya acumulado mucho frío (4).

Los requerimientos de frío se miden o expresan comúnmente por el término “horas frío”, siendo una hora frío el lapso de esa duración de tiempo transcurrido a una temperatura de 7.2 °C o menos. Es decir, todo el tiempo en que durante el reposo invernal este expuesto el árbol a temperaturas de 7.2 °C o menos, puede sumarse y expresarse el total obtenido en horas (6).

Las condiciones de inviernos benignos o cálidos, cuando se presentan altas temperaturas y una deficiente acumulación de frío esto sugiere que ambas condiciones son importantes, ya que la presencia ocasional de calor tiene poco efecto, pero cuando es frecuente después de períodos cortos de frío causa retraso en la brotación, así de esta manera si en una región determinada hubiera bajas temperaturas durante la noche de menos de 6 °C la acumulación de frío podría anular si al día siguiente se tuvieran temperaturas superiores a 20 °C. Cuando las temperaturas altas se mantienen por pocas horas, el efecto es casi nulo, pero cuando son más de 8 horas el efecto negativo de acumulación de frío es alto (4)

3.1.4.1 Sintomatología por falta de frío

Varios autores citados por Díaz (11), señalan que la falta de frío invernal para determinar adecuadamente el reposo, es uno de los principales factores que influye en el poco crecimiento y baja productividad en algunos árboles frutales en zona cálidas.

Los síntomas que aparecen en el árbol por una inadecuada acumulación de frío, varía de acuerdo a la especie y la severidad del problema.

- a. Brotación. Según Black, y Samish y Levee citados por Díaz (11), uno de los síntomas más comunes por la falta de frío se relaciona con la brotación, es decir, las yemas se retrasan en su apertura, ésta es irregular y se reduce en número de yemas vegetativas o florales brotadas.
- b. Caída de yemas florales. El síntoma se manifiesta como una caída de las yemas florales dos o tres semanas antes de la brotación aún cuando pudiera ocurrir después de la defoliación otoñal, las yemas vegetativas no son afectadas. Monet y Bastard citados por Díaz (11), mencionan que la caída de la

yemas se acentúa si durante ciertas etapas del reposo se presentan temperaturas altas (más de 25°C) en períodos frecuentes prolongados, lo que sugiere que tal efecto es causado por este factor y no necesariamente por una falta generalizada de frío.

- c. Floración y amarre de fruto. Además del retraso en la floración a consecuencia del reposo prolongado, se presentan diferencias para brotar entre yemas, de tal forma que el período de floración se puede extender considerablemente, presentando flores y frutos en diferentes etapas de desarrollo. Cuando la floración se amplia demasiado, las flores tardías pierden su capacidad de amarrar o su fruto no crece, quizá por competencia, la calidad de la flor o condiciones ambientales adversas (11).

Todos los síntomas antes descritos tienen un efecto directo sobre la capacidad productiva de la planta, por lo que una adecuada acumulación de frío así como una reducida fluctuación de temperaturas para terminar el reposo invernal, son factores importantes para lograr buenas cosechas (11).

3.1.4.2 Las Horas Frío

Según Calderón (6), la temperatura umbral de 7.2 °C, que en general se considera para medir horas frío no deja de ser una imposición que posiblemente este de acorde a las realidades ecológicas, particularmente climática, de algunas regiones septentrionales del mundo, pero que definitivamente no tienen razón de ser en otras zonas más cálidas, y menos en aquellas de latitud subtropical en la que los factores de clima se presentan de manera notablemente diferente.

Este índice artificioso ha variado grandiosamente con los estudios del fenómeno y en los distintos países. Así, ha sido considerado también de 7, de 6, de 8 y hasta de 10 °C; hay suficiente razón para hacerlo, ya que no es posible, ni puede dar nunca un resultado positivo, aislar un factor, y estudiarlo en forma separada, para interpretar un fenómeno biológico, con exclusividad en su acción única (6).

En la naturaleza los factores del clima se presentan siempre conjuntamente y actúan y determinan situaciones de esa manera, siendo el resultado debido a la acción de cada uno de ellos y a las interrelaciones que entre los mismos tenga lugar. De esta manera, no resulta práctico ni eficiente dejar de tomar en cuenta en la determinación de un índice de temperatura umbral, para medir horas frío, otros factores aparte de las temperaturas, ya que ellos pueden influir grandemente en el efecto que estas reporten en el vegetal (6).

Así en sentido racional, debe de ser considerado un límite de temperatura dentro de un marco de referencia que incluya otros aspectos climáticos de interés, como son el fotoperíodo, la intensidad luminosa, la nubosidad, la humedad tanto edáfica como ambiental, las oscilaciones diarias y estacionales de la propia temperatura, e incluso las labores de cultivo que en el huerto se hayan practicado, aspecto que se ha demostrado influye notablemente en el letargo (6).

Parece ser que lo más práctico para tener valores confiables y apegarlos a la realidad regional, mediante el uso de un solo índice universal y catalogo de las variedades con el mismo, es la formulación para cada región particular de índices de corrección propios, que multiplicados por el dato normal de frío en lugar, proporcionará un resultado si verdaderamente valido para ser comparado con las necesidades de frío expresadas en tablas de utilización mundial (6).

Esta idea de la creación de factores o índices de corrección regional, se nos ocurrió después que observamos en muchas ocasiones que diversas variedades de árboles frutales con requerimientos de frío determinados, establecidos en lugares donde estos se cumplían, aun en exceso, no respondían satisfactoriamente y se comportaba como si este frío no hubiera sido suficiente, representando los claros síntomas de deficiencia y grandes irregularidades fisiológicas (6).

Ello nos lleva a pensar que el índice de 7.2°C , no correspondía a la realidad regional, sino a la de otras partes del mundo, de condiciones ecológicas muy distintas, y que su utilización no era factible de ser generalizada. Se concluyó, que no era solamente frío el factor determinante, sino que éste era influenciado por diversas condiciones ambientales como los factores ecológicos que se consideraron que interferían, fueron los siguientes:

1. Alta oscilación diaria, diurna-nocturna de la temperatura
2. Irregularidad estacional en la presencia de bajas temperaturas
3. Presencia de época definidas de gran calor durante el invierno
4. Gran radiación solar y ausencia de nubosidad
5. Reducida humedad ambiente y edáfica
6. Presencia de vientos cálidos
7. Fotoperiodismo correspondiente a baja latitud.
8. Suelos arenosos de color blanco

El orden de los factores que han sido expuestos corresponde a su importancia en sentido decreciente de interferencia con el efecto de las horas frío presentadas (6).

Por lo tanto, bajo nuestras condiciones donde no tenemos una regionalización de temperaturas consideramos el factor 7.2°C , como el factor a tomar en cuenta para la acumulación de horas frío y su cálculo respectivo (6).

3.1.4.3 Cálculo de Horas Frío

Existen varios métodos para hacer el cálculo de horas frío, pero el uso de uno u otro método dependerá del equipo con que se cuente para registrar las temperaturas, por lo que para el hemisferio norte los cálculos de horas frío se deben realizar en los meses de noviembre, diciembre, enero y febrero (11).

Las horas frío que en un lugar se presentan, se miden mediante el uso del termógrafo. Se considera conveniente empezar a cuantificar horas frío, desde el momento en que los árboles comienzan a desprenderse de sus hojas, insistiendo algunos especialistas, en que debe hacerse desde el momento en que el crecimiento vegetativo de la parte aérea se detiene, aún mucho antes de que las hojas se caigan, ya que la inactividad del árbol empieza desde entonces. Para que los datos del termógrafo tengan un valor confiable, debe usarse el promedio de por lo menos 10 años de observaciones, ya que de un año a otro pueden existir grandes fluctuaciones y solamente promedios de gran número de años, pueden dar una idea precisa de la verdadera y normal situación de cada lugar (1).

Campos (7) señala que el “método de Da Mota” nos permiten calcular las horas frío de una determinada región y solo se requiere de la adquisición de un termómetro que permita registrar la temperatura máxima y mínima de cada día durante los meses de noviembre, diciembre, enero y febrero y calcular la temperatura media mensual, para ser utilizada en la fórmula de Da Mota que es igual a:

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

Donde xi = a la temperatura media del mes.

Este procedimiento se basa en un estudio de correlación entre la temperatura media mensual y el número de horas frío, que en cada mes resulta acumulado. Para el cálculo del total de frío presentado en el invierno (7).

De acuerdo con lo indicado, hay necesidad de conocer las temperaturas medias de los cuatro meses antes señalados y efectuar el cálculo de la cantidad de horas frío, que durante cada uno de ellos se haya presentado, las que sumadas dará el total para ese año. Las temperaturas medias mensuales, se obtienen mediante el uso de termómetros de máxima y mínima, cuyos datos deben ser observados y registrados diariamente. El promedio de la máxima y de la mínima de cada día proporciona el dato de la media diaria. El promedio de las temperaturas medias diarias durante un mes, corresponde a la temperatura media mensual. Estos datos mensuales son los que se utilizan en la fórmula. Este método considera las fluctuaciones de temperatura diurna-nocturna que ocurren en nuestras regiones (1).

3.1.5 Compensadores de frío

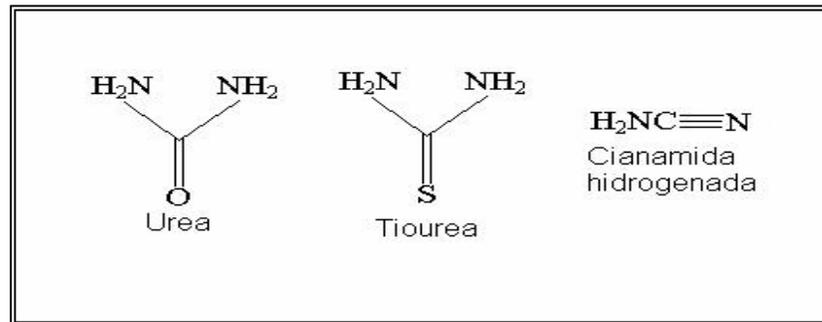
Varios autores citados por Díaz (11) señalan que además de utilizar las variedades más adaptables a la región en cuanto a requerimiento de frío, y la práctica de labores culturales que favorecen la brotación más uniforme, es necesario el uso de productos químicos para compensar la falta de acumulación de frío, estos actúan estimulando las reacciones químicas internas que no se efectuaron normalmente en el árbol, el efecto de estos productos no es generalizado en el árbol, ya que cada yema puede tener diferente condición de reposo de acuerdo a su ubicación ya sea terminal o lateral, vegetativa o floral.

3.1.5.1 Métodos químicos

Los productos más estudiados comercialmente, son la combinación de Aceite Mineral (invernal) o citrolina con algún compuesto a base de Dinitro como Elgetol (Dinitro-orthocresol o DNOC) o Premerge (Dinitro-orthosecbutifenol o DNOSBF) los cuales fueron mencionados por Chandler et al (8).

Para zonas semitempladas en cultivares de durazno de alto requerimiento de frío, la dosis 5% de Aceite Mineral más 0.12% de DNOC regulariza la brotación, según lo citado por Erez, Lavee y Samish (14). Sin embargo, en regiones cálidas en cultivares de bajo frío, Díaz y Álvarez (12) señalaron en 1982 que la respuesta óptima ocurre con 2.5% de aceite y 0.12% de DNOSBF, mientras que con 4% de aceite se reduce el efecto.

Además del Aceite-dinitro, se han evaluado otros productos que son efectivos para compensar la deficiencia de frío, como Urea, Tiourea, Nitrato de Potasio y recientemente Cianamida Hidrogenada (11).



Fuente: The MERKC index.

Figura 1: Estructura molecular de la Urea, Tiourea y Cianamida hidrogenada, que son utilizadas para la compensación de frío.

La Thiourea ha mostrado efecto estimulativo de brotación en durazno, manzano, ciruelo y chabacano cuando se aplica en dosis de 2%, o en vid al 4%. Para las especies mencionadas, excepto vid, la Thiourea no logra respuesta cuando es aplicada en forma individual, pero cuando se combina con aceite-dinitro la brotación total se mejora; es importante mencionar que la Thiourea debe asperjarse 4 ó 5 días antes que el aceite-dinitro, ya que si se aplica con éstos o después no logra penetrar y causar el efecto deseado. Por lo general la Thiourea causa mayor respuesta en yemas vegetativas, y puede dañar las yemas florales en durazno y otros frutales de hueso, cuando se encuentran en una etapa cercana a la brotación (11).

El Nitrato de Potasio puede compensar la falta de frío, mostrando mayor efecto sobre yemas florales que vegetativas, es decir, lo opuesto a Thiourea. Su eficiencia fue también probada en durazno y manzano, en dosis de 5 a 10%, y en manzano se ha obtenido un mejor efecto cuando se combina con Thiourea y se aplica antes del aceite-dinitro. El Nitrato de potasio se puede aplicar 1 a 2 días antes del tratamiento aceite-dinitro para que penetre (11).

La mayoría de los compensadores de frío utilizados para estimular la brotación, tienen efecto sobre la respiración de los tejidos. El aceite invernal parece ser activo al crear una condición anaeróbica temporal en la yema, de acuerdo con lo señalado por Samish (22), estimulando la fase de glicólisis. Por su parte, el dinitro aumenta la respiración al actuar sobre la fosforilación oxidativa, según lo citado por Morelan

(19). Por otra parte aun no se establecen los efectos específicos de la Thiourea y el Nitrato de Potasio en el reposo de yemas. Lo anterior sugiere que algunos productos actúan a través de estimular el proceso de respiración anaeróbica y/o aeróbica, aún cuando podrían alterar otros procesos fisiológicos no definidos todavía (11).

3.1.5.2 La Cianamida Hidrogenada como Compensador de Horas Frío

Es regulador de crecimiento también llamado antidormante o compensador de frío que influye en la fase del receso invernal de los cultivos frutícolas. Viene en una concentración del 49% y es estable, si es almacenado a temperaturas menores de 20°C. Es una solución nitrogenada acuosa (Cianamida Hidrogenada, 33% de Nitrógeno), se descompone en la planta y suelos y no deja residuos. El uso de este producto en zonas con inviernos deficitarios en horas frío, y en zonas sub-tropicales. Se aplica sobre plantas en receso con agua en concentración de 1% al 5% aproximadamente, 15 a 45 días antes de la brotación normal de las yemas. La fase de receso es interrumpida por la Cianamida Hidrogenada, y la brotación de la yema comienza, adelanta, uniformiza, y complementa. Se puede usar en cultivos de vid, frutas de pepita, frutas de carozo, kiwis, moras, frambuesas, nueces y otros (18).

Modo de acción

La cianamida hidrogenada ejerce sus efectos mediante una inhibición de la enzima catalasa. Esta enzima reduce el peróxido de hidrógeno a agua y oxígeno, lo cual tiene particular importancia, ya que en muchas reacciones enzimáticas se produce como subproducto del metabolismo y dado su efecto tóxico para la planta, su no-eliminación podría causar serios daños (18).

Aunque es conocido que la cianamida hidrogenada inhibe la acción de la enzima catalasa, las aplicaciones en las dosis recomendadas no producen fitotoxicidad, ya que se activa un segundo mecanismo de reducción del peróxido de hidrógeno en el metabolismo de las plantas tratadas, el cual está ligado a la ruptura de la dormancia (18).

Propiedades Técnicas de la Cianamida Hidrogenada

- a. Ingrediente activo: Cianamida Hidrogenada
- b. Formula química: CH_2N_2
- c. Formula estructural del I.A.: $\text{H}_2\text{NC}\equiv\text{N}$
- d. Peso molecular: 42.04 g/mol.
- e. Nitrógeno: 32.6%
- f. Formulación: Solución acuosa estabilizada de 49% I.A.
- g. Apariencia: solución clara sin color y olor.
- h. Solubilidad: sin limite de agua.

- i. Densidad: 1.065.
- j. Toxicidad:
 - LD 50 oral (rata) 300 mg/kg.
 - LC 50 dermal (coneja) 4,200-6,00 mg/kg.
 - Irrita la piel y ojos.
 - Es toxico para abejas y peces (18).

En Guatemala, Tobar (25) evaluó el efecto de la aplicación de cianamida hidrogenada y la técnica del anillado, para determinar si existe alguna reducción en días en los períodos de flor a cosecha y duración de la cosecha, los tratamientos evaluados fueron: la aplicación de cianamida hidrogenada en dosis de 0%, 0.5%, 1% y 1.5%, con la practica de anillado y sin la practica de anillado. En sus conclusiones afirma que su aplicación en la dosis de 1.5% y con la practica de anillado es el tratamiento que demuestra el mejor comportamiento en cuanto al acortamiento del período de floración y por consiguiente la reducción del período de días en cosecha.

En Venezuela, con el objeto de modificar la distribución anual e incrementar la producción del guayabo (*Psidium guajava* L.), se estudio el efecto de la poda asociado con cianamida hidrogenada. Se realizaron dos ensayos, el período abril a septiembre y el segundo de diciembre a mayo, en plantas de tipo criollo roja con una edad de cinco años. Las podas evaluadas fueron: despunte, poda a 25 cm y sin poda, las dosis de cianamida fueron: 0% y 2%. Dentro de las conclusiones mencionan que la cianamida hidrogenada incremento significativamente la brotación de yemas, independientemente de la poda, para los ensayos. Hubo la tendencia de una continua producción de brotes nuevos, pero simultáneamente se presentó la muerte de un número considerable de ellos. La cianamida hidrogenada, individualmente, no logro incrementar las variables florales estudiadas, mientras que la poda de despunte logró incrementar solamente la fructificación de brotes. Se logró modificar el patrón usual de producción de la guayaba en la zona por el efecto combinado del la cianamida hidrogenada y las podas. El peso promedio de los frutos y la calidad de los mismos, en general, no se vieron afectados por los tratamientos estudiados (20).

En la finca “Frutiflorida”, municipio de Villamaría, Colombia, se estudio el efecto de la concentración y época de aplicación de cianamida hidrogenada sobre la brotación y el tamaño de los frutos de manzano cultivar Anna. Las soluciones evaluadas de cianamida hidrogenada fueron 1, 1.5 y 2%, las cuales fueron aplicadas a los 3, 6, 9 y 12 días después de defoliación, la cual se realizo manualmente. Para este estudio de acuerdo a los resultados obtenidos concluyen que la cianamida hidrogenada a una concentración cercana al 1.5% puede estimular la brotación de yemas si se aplica en la época apropiada 12 días después de defoliación, el tamaño y peso de los frutos fueron mayores cuando las aspersiones se realizaron a los 12 días

después de defoliación, en comparación con las aplicaciones a los 3 días, se infiere que con la aplicación tardía se permite un mejor balance entre los desarrollos vegetativo y reproductivo de la planta. Bajo condiciones tropicales en un sistema de producción forzada, debe ser considerada como un estimulador de la brotación que ayuda al efecto primario producido por la defoliación del árbol, criterio que debe ser tomado en cuenta para establecer la época y concentración del producto para su aplicación en otras zonas productoras (16).

3.1.6 Producción Forzada de Durazno

Campos (7), define la producción forzada como “aquella o aquellas producciones que se promueven fuera de temporada normal de producción a través de adelantar o retrasar la iniciación del crecimiento y desarrollo o ambos”, para lograr este fin se han utilizado diferentes técnicas como. Según Becerril y Rodríguez (3) para la obtención de producción forzada se han utilizado las técnicas siguientes:

- a. Defoliación
- b. Anillado
- c. Aplicación de inhibidores del crecimiento vegetativo (retardantes)
- d. Substancias estimuladoras de brotación
- e. Poda de verano (apical) y de rejuvenecimiento
- f. Prácticas culturales (riego, fertilización nitrogenada)

Estas técnicas afectan a la planta retrasando o acelerando el balance entre el crecimiento vegetativo y productivo fisiológicamente explicado por sus efectos sobre procesos de síntesis de sustancias carbohidratos disponibilidad de carbohidratos en apoyo de crecimiento vegetativo o reproducido y producción o inhibición de síntesis de compuestos que están relacionados con el desarrollo (7).

El caso más común hasta ahora ha sido la de adelantar la producción a través del adelanto de la brotación después del letargo siempre y cuando el peligro de heladas haya pasado (7).

3.2 MARCO REFERENCIAL

3.2.1 Descripción del Área de Estudio

La investigación se llevó a cabo en la localidad conocida como Granja San Isidro Los Pinos, ubicada en el cantón Chichihüitán, valle de Quetzaltenango, el cual reúne las características siguientes: Latitud norte 14°52", Longitud oeste 91°21", Altitud 2,333 msnm, Precipitación pluvial anual 900-1000 mm, Temperatura promedio anual 13.3 °C, temperatura máxima promedio 23.0°C, temperatura mínima promedio 08 °C, temperatura máxima absoluta 33.0°C, temperatura mínima absoluta 11.5°C, humedad relativa 80%, Zona de Vida Bosque Húmedo Montano bajo-subtropical (10), Suelos: Serie Quetzaltenango. Topografía Ondulada.

3.2.2 Material Experimental

Los árboles de melocotón que se utilizaron en el presente trabajo, se encontraban en producción, con 16 años de edad y de la variedad Salcajá, la cual presentan las características siguientes:

El melocotón variedad Salcajá es producto del cruce de melocotón variedad Elberta y melocotón Criollo. Es de fruta de color amarillo intenso con una chapa roja, de pulpa consistente, la pulpa esta adherida al hueso. Soporta bastante bien el transporte; período de flor a cosecha de 180 días, frutos medianos a grandes entre 150 a 200 g. En nuestro medio es la variedad más apetecida para consumo en fresco por su dulzura y aroma. La época de cosecha inicia desde finales de julio. Sus requerimientos de horas frío es de 800, por lo que las alturas recomendadas para el establecimiento de las plantaciones son de 1,800 a 2,300 msnm a alturas superiores existe demasiado riesgo a las heladas (17).

Los árboles se encuentran en el sistema de vaso abierto, su producción oscila entre los 34 a los 56 kilos (75 a 125 lbs.) por árbol, dependiendo del manejo agronómico y condiciones climáticas de producción (17).

4. OBJETIVOS

4.1 General

Determinar el efecto de la aplicación de cianamida hidrogenada, de acuerdo a la acumulación de horas frío, en el cultivo de melocotón (*Prunus persica*) Var. Salcajá; sobre el porcentaje de brotación de yemas, período de flor a cosecha, período de duración de la cosecha, rendimiento y con ello contribuir a mejorar la producción, bajo condiciones del Valle de Quetzaltenango.

4.2 Específicos

- 4.2.1 Determinar si la época de aplicación de la cianamida hidrogenada de acuerdo a la acumulación de horas frío, ejerce efecto en el incremento del porcentaje de yemas brotadas.
- 4.2.2 Establecer si la época de aplicación de la cianamida hidrogenada de acuerdo a la acumulación de horas frío, ejerce efecto en el acortamiento de los períodos de flor a cosecha y duración de la cosecha.
- 4.2.3 Determinar el efecto de la época de aplicación de la cianamida hidrogenada de acuerdo a la acumulación de horas frío, sobre el rendimiento del cultivo de melocotón (*Prunus persica*) Var. Salcajá.
- 4.2.4 Realizar un análisis económico para evaluar la rentabilidad sobre la implementación de los tratamientos.

5. HIPÓTESIS

- 5.1 La aplicación de cianamida hidrogenada en árboles que hayan acumulado 400 horas frío, presentará un mayor porcentaje de brotación, con respecto a los demás tratamientos evaluados.
- 5.2 La aplicación de cianamida hidrogenada en árboles que hayan acumulado 400 horas frío, tendrá efecto sobre el acortamiento de los períodos de flor a cosecha y duración de la cosecha, con respecto a los demás tratamientos evaluados.
- 5.3 La aplicación de cianamida hidrogenada en árboles que hayan acumulado 400 horas frío, presentará un mayor rendimiento, con respecto a los demás tratamientos evaluados.
- 5.4 La aplicación de cianamida hidrogenada en árboles que hayan acumulado 400 horas frío, presentará una mayor rentabilidad, con respecto a los demás tratamientos evaluados.

6. METODOLOGÍA

6.1 Tratamientos

Los tratamientos que se utilizaron en el ensayo surgieron de la aplicación de cianamida hidrogenada al 1.5% después de que el árbol haya acumulado diferentes cantidades de horas frío (Cuadro 1).

Para la presente evaluación se consideraron 3 tratamientos de acuerdo a la acumulación de frío alcanzada (200, 300 y 400 Hf), más dos tratamientos testigos: aplicación cuando el árbol se encuentre en su estado fenológico de yema hinchada, que es la forma de aplicación actual que se considerará como un testigo relativo y un testigo absoluto al que no se le aplicará cianamida hidrogenada. Resultando 5 tratamientos, los cuales se presentan en el cuadro 1.

Cuadro 1: Tratamientos considerados para la evaluación de la época de aplicación de la cianamida hidrogenada en el cultivo de melocotón (*Prunus persica*) Var. Salcajá. Granja San Isidro Los Pinos, Quetzaltenango, 2004.

TRATAMIENTO	APLICACIÓN DE CIANAMIDA HIDROGENADA AL 1.5% CUANDO EL ÁRBOL HAYA ACUMULADO
T1	200 horas frío
T2	300 horas frío
T3	400 horas frío
T4	Aplicación en el estado fonológico de yema hinchada (Testigo relativo)
T5	Sin aplicación de cianamida hidrogenada (Testigo absoluto)

6.2 Diseño experimental

El ensayo se dispuso en un diseño en bloques al azar, considerándose 5 tratamientos y 6 repeticiones, teniendo un total de 30 unidades experimentales (figura 5A).

6.2.1 Unidad experimental

La unidad experimental fue conformada por 12 árboles de melocotón variedad Salcajá, utilizando los dos árboles centrales como parcela neta, para eliminar el efecto de borde entre tratamientos y bloques, el distanciamiento entre árboles es de 6 x 6 metros. Sumado un total de 60 plantas por bloque. Las dimensiones de cada unidad experimental fue de 432 m² (Figura 4A y 5A).

6.2.2 Modelo estadístico

$$Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Variable respuesta medida en la ij-ésima unidad experimental

μ = Media general

T_i = Efecto del i-ésimo tratamiento

B_j = Efecto del j-ésimo bloque

E_{ij} = Error experimental asociado al i-ésimo tratamiento y el j-ésimo bloque. (2)

6.3 Variables de respuesta

6.3.1 Porcentaje de yemas brotadas.

Se entiende como porcentaje de yema brotada a aquel número de yemas, que como producto de la acumulación del requerimiento de frío o el efecto del compensador de frío, ocurre el rompimiento de la dormancia, pasando de la etapa fenológica de yema dormida a cáliz verde y/o punta rosada

Esta variable permitió definir si ocurre el rompimiento de dormancia, como efecto de la época de aplicación de la cianamida hidrogenada. El porcentaje de yemas brotadas, se determino de 10 brindillas productoras, elegidas al azar desde la parte baja hasta la parte alta del árbol, siguiendo la forma de una espiral. Este conteo se realizo 85 días después de la defoliación en todos los tratamientos. Calculándose los porcentajes de brotación yemas con la siguiente relación:

$$\text{Porcentaje de brotación} = (\text{Número de yemas brotadas} / \text{Número total de yemas}) * 100$$

6.3.2 Período de flor a inicio de cosecha.

Es el período en días, contados a partir de la fecha en el que se ha alcanzado el 10% de la floración en las brindillas seleccionadas al primer corte de fruta en el momento que esta ha alcanzado su índice de madurez.

Con esta variable se definió el efecto de los tratamientos en la reducción del período en días de la floración al primer corte de fruta. Se determino el tiempo en días a partir del momento de inicio de la floración al primer corte de fruta.

6.3.3 Período de duración de la cosecha.

Período en días desde el primer corte de fruta hasta el último.

Esta variable permitió definir si existe el efecto de acortarse el período de cosecha como efecto de los tratamientos. Se determinó el período en días el cual establece la duración de la cosecha, desde el primer corte de fruta hasta el último.

6.3.4 Rendimiento.

Se determinó el rendimiento en tm/ha, de acuerdo a la cantidad de fruta cosechada por árbol.

6.4 Manejo del Experimento

6.4.1 Delimitación del área de estudio

En esta actividad se realizó la identificación de las plantas para cada uno de los tratamientos evaluados, delimitando y distribuyendo los bloques.

a. Elección del área

El área donde se llevó a cabo la investigación tuvo destinada un área específica para este trabajo.

b. Ubicación de los bloques

Se ubicaron dentro del área elegida de la plantación, con la ayuda de nylon de colores para identificar cada tratamiento.

d. Delimitación de tratamientos

Se ubicaron dentro de los bloques previamente aleatorizados (Figura 5A), constituidos por 12 árboles cada tratamiento, y los dos árboles centrales constituyeron la parcela neta.

6.4.2 Determinación de las horas frío acumulados.

Para el cálculo de las horas frío acumulado, se utilizó el método de Da Mota. Que consistió en la utilización de un termómetro que registró la temperatura máxima y mínima de cada día durante los meses de noviembre, diciembre, enero y febrero, para calcular la temperatura media mensual, que fue utilizada en la fórmula de Da Mota que es igual a:

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

Donde **xi** = temperatura media del mes

6.4.3 Preparación de los productos a aplicar

Para la defoliación química de los árboles se utilizaron los productos Sulfato de zinc al 1.5% y UREA al 5%. Para la preparación de la cianamida hidrogenada al 1.5%, se utilizó el producto comercial al 49%, utilizando 225cc por 15 litros de agua.

6.4.4 Momento de aplicación de los productos

La defoliación química en todos los tratamientos se realizó en el momento en que el árbol se haya defoliado el 50% en forma natural. La aplicación se realizó mojando completamente el follaje hasta el punto de escurrimiento.

La aplicación de la cianamida hidrogenada se realizó en el momento en que el árbol acumulo las horas frías indicados en cada tratamiento. (200, 300, 400 y en la etapa fenológica de yema hinchada del árbol). La aplicación se realizó mojando completamente las ramas del árbol sin llegar al escurrimiento.

6.4.5 Metodología de muestreo

Para el muestreo se empezó a recolectar datos, a partir de que las yemas empezaron a brotar. Determinando el porcentaje de yemas brotadas, días de flor a inicio de cosecha, período de duración de la cosecha y rendimiento de fruto.

6.4.6 Manejo agronómico

El manejo agronómico de la plantación de melocotón de la Labor San Isidro Los Pinos, seguirá todas las normas que efectúa el productor normalmente, dicho manejo se describe a continuación:

a. Poda de dormancia

Se realizó a finales del mes de enero y principios de febrero, con el propósito de mantener la forma del árbol.

b. Protección contra heladas

Las heladas consisten en el descenso de la temperatura por debajo de los 0° C, las cuales pueden ser muy dañinas al melocotón, cuando estos se encuentran en actividad o crecimiento. Las heladas tardías son las que provocan mayor daño, pueden presentarse desde principios de febrero hasta finales de abril, esto no quiere decir que no se puedan presentar en el mes de mayo a junio (1).

Para contrarrestar el efecto de las heladas se utilizó un método directo como son los quemadores rústicos de combustible para producir aire caliente y elevar la temperatura en el huerto.

c. Poda en verde

Se realizó en mayo y junio, la cual consistió en eliminar todas las brindillas anticipadas o las que por efecto de heladas o cualquier otra causa no produjeron flores ni frutos.

d. Fertilización

Se realizaron dos aplicaciones de fertilizante, la primera con el fertilizante completo al iniciarse las lluvias y la segunda en postcosecha con el fertilizante nitrogenado. Las cantidades utilizadas de fertilizante fueron N 105, P 15, K 138, kg /ha. Las fórmulas utilizadas de fertilizantes comerciales fueron elegidas en base a las necesidades de elementos puros a suplir, siendo estos el fosfato diamónico (10-50-0) y urea (46-0-0).

e. Muestreos de madurez para cosecha

La finalidad de los muestreos fue para determinar el grado de madurez del fruto para su corte dentro del huerto, considerando el momento oportuno frutas con 14° Brix y una presión de 18 lbs/pulg².

f. Control de malezas

Se efectuó en forma manual (plateos) y mecanizada a través de paso de rotovator.

g. Control fitosanitario

Son varias las enfermedades y plagas que inciden en la producción del melocotón, por lo que para obtener buena producción, tanto en cantidad como en calidad, debió considerarse el huerto como un sistema integrado. Dentro de las principales enfermedades y sus controles están:

- i. Momificación del fruto, ocasionado por *Monilinia fruticola* y *Monilinia laxa*, su control se realiza a través de aplicaciones de funguicidas con ingredientes activos el benomyl, captan, chlorotalonil, iprodione y tiabendazol.
- ii. Roya, ocasionada por *Tranzschelia discolor*, el control químico contra monilinia es efectivo para esta enfermedad.
- iii. Verrugosis del melocotón, ocasionada por *Taphrina deformans*, el control manual es efectivo cuando no está avanzada la enfermedad, el control químico determina la aplicación de cobre o caldo bordelés en época de dormancia.
- iv. Tiro de munición ocasionado por *Coryneum beijerincki*, el control es de erradicación con programas intensivos de por lo menos tres años, quemando toda la madera que presenta chancros, y aplicaciones de funguicidas a base de cobres o caldo bordelés en épocas de dormancia.

El control de plagas es benéfico para la producción del huerto, dentro de las principales especies que atacan al melocotón tenemos:

- i. Escama de San José, ocasionada por *Quadraspidiotus perniciosus*, su control es a través del monitoreo durante la dormancia y el chequeo de l a fruta, aplicando, un insecticida sistémico al observarse la emergencia de las larvas en mayo como el Chlorpyrifos, diazinon y metidathion más dimethoato, mezclados con un aceite mineral.
 - ii. Chinchas, de los géneros *Lygus*, *Leptoglossus*, *Thyanta* y *Corythucha*, su control es a través de la destrucción de los hospederos al inicio de la primavera (marzo).
 - iii. Ácaros, por *Tetranychus urticae*, su control se hace a través de mantener la humedad en el huerto en época de verano, el control químico se efectúa aplicando el ingrediente activo Abamectin o Dicofol.
 - iv. Pulgón verde, por *Mysus persicae*, su control químico se realiza asperjando el huerto con insecticidas con ingrediente activo Chlorpyrifos o Diazinon.
- h. Cosecha

Esta se efectuó en la forma tradicional, a través de los muestreos, se marco el inicio. La fruta se corto girándola suavemente hacia los lados, depositarla en una bolsa de lona para evitar que se lastime y se llevo tan rápido como fue posible a la sombra.

6.5 Análisis de la información

6.5.1 Análisis estadístico

Las variables porcentaje de yemas brotadas, período en días de flor a inicio de cosecha, período de duración de la cosecha en días y rendimiento de fruta en tm/ha, fueron sometidas al análisis de varianza, de acuerdo al diseño experimental de bloques al azar.

Al existir significancia entre las fuentes de variación se sometieron a la prueba de medias por el método de Tukey al 5%, para establecer diferencias entre las fuentes de variación.

6.5.2 Análisis económico

Dentro del análisis económico se determino la rentabilidad, para poder determinar cual de los tratamientos es más rentable. Calculándose de la siguiente manera.

$$R = [(IB - CT)/CT]*100$$

$$IN = IB - CT$$

$$R = (IN/CT)*100$$

$$RBC = IB/CT$$

Donde:

IN = Ingreso neto

IB = Ingreso bruto

CT = Costo total

R = Rentabilidad

RBC = Relación beneficio costo (24).

Expresándonos la rentabilidad, la relación que existe entre quetzales ganados versus quetzales invertidos que se expresa en porcentaje. La relación beneficio/costo, expresa la relación entre ingresos brutos y costos totales. Se considero como mejor tratamiento el que presento el valor más alto de rentabilidad y beneficio/costo (24).

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1 Porcentaje de yemas brotadas

Previo al análisis de varianza del porcentaje promedio de brotación de yemas, se aplicó un análisis de normalidad, por medio de la prueba de Shapiro-Wilks, se obtuvo un valor de $Pr>W = 0.7991$; evidenciando el mismo que los datos de porcentaje de yemas brotadas se distribuyen normalmente.

Inicialmente se realizó un análisis de varianza a los datos obtenidos de brotación (cuadro 7A) a los 85 días después de la defoliación de todos los tratamientos; para evaluar el porcentaje de yemas brotadas, de acuerdo a la época de aplicación de la cianamida hidrogenada según las horas frío acumuladas, etapa fenológica de yema hinchada (testigo relativo) y sin aplicación (testigo absoluto).

De acuerdo al análisis de varianza (cuadro 8A), se puede ver que existen diferencias significativas en cuanto al porcentaje de brotación, esto permite afirmar que entre los cinco tratamientos donde se incluyó el tratamiento sin aplicación de cianamida hidrogenada, alguno de los tratamientos presenta un número promedio de brotación con valores lo suficientemente diferentes a los demás. Lo que hace pensar que si existe efecto de la aplicación de la cianamida hidrogenada sobre la brotación en los árboles de melocotón variedad Salcajá.

Los resultados anteriores no indican con exactitud que tratamiento influye y en que grado sobre el comportamiento de la brotación, por lo que se hizo necesario realizar una prueba de medias de Tukey, para establecer si el tratamiento sin aplicación de cianamida hidrogenada era diferente al resto de los tratamientos (cuadro 2). Para luego poder determinar si la brotación es ejercida por efecto de la época de aplicación de la cianamida hidrogenada.

Cuadro 2: Resumen de la prueba de Tukey para los valores promedios del porcentaje de yemas brotadas en melocotón (*Prunus persica*) Var. Salcajá, muestreadas a los 85 días después de la defoliación de todos los tratamientos. Granja San Isidro Los Pinos, Quetzaltenango, 2004.

No. Trat.	TRATAMIENTO (época de aplicación)	VALOR MEDIO DEL % DE FLORACIÓN	GRUPO TUKEY
3	400 horas frío acumuladas	66.32	A
1	200 horas frío acumuladas	60.88	A
2	300 horas frío acumuladas	58.70	A
4	Aplicación en el estado de yema hinchada (testigo relativo)	58.58	A
5	Sin aplicación (testigo absoluto)	40.27	B

A = Valor medio superior, significativamente diferente respecto a las demás medias.

B = Valor medio significativamente diferente e inferior de A.

El tratamiento sin aplicación de cianamida hidrogenada (Testigo absoluto) es completamente diferente a los demás tratamientos, las medias de los tratamientos en donde fue aplicado la cianamida hidrogenada no importando la época, se encuentran en un grupo estadístico diferente al tratamiento sin aplicación, lo cual evidencia que existe un efecto de la aplicación de la cianamida hidrogenada sobre la brotación del árbol, pero no existe efecto de acuerdo a la época de aplicación.

En la figura 2 se puede observar que entre mayor acumulación de frío tenga un árbol, la respuesta de brotación por efecto de la cianamida hidrogenada es más rápida, como es el caso del tratamiento al que se realizó la aplicación a 400 horas frío, donde a 15 días después, el porcentaje promedio de brotación fue de 66.32%, comparado con el tratamiento a 200 horas frío donde se obtuvo 60.88 % del promedio de brotación a los 71 días después de la aplicación de cianamida hidrogenada.

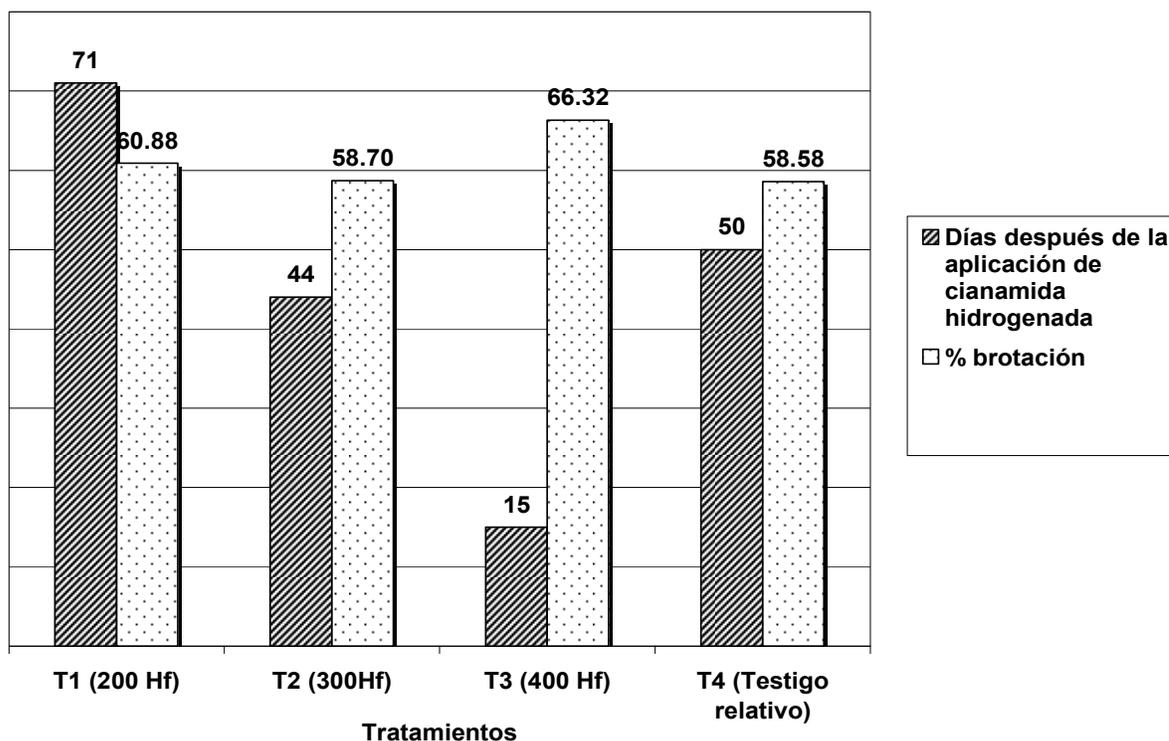


Figura 2: Número de días después de la aplicación de cianamida hidrogenada, con su respectivo porcentaje promedio de brotación.

En los tratamientos 2 y 4 presentan porcentajes promedios de brotación similares, debido a que la aplicación de la cianamida hidrogenada en el tratamiento 4 (Testigo relativo) coincidió cuando se habían acumulado 284 horas frío que fue muy cercano a las 300 horas frío que corresponde al tratamiento 2.

En el caso del tratamiento sin aplicación se obtuvo un porcentaje promedio de brotación de 40.27% a los 85 días después de la defoliación, este resultado confirma que la falta de acumulación de frío, en las horas

frío requeridas por la variedad inhiben la brotación de yemas y la apertura en las que ocurre la misma es de forma irregular.

En base a los resultados obtenidos se puede decir que entre mayor acumulación de frío, se reduce las diferencias para brotar entre yema. Se confirma lo mencionado por otros autores, que han observado que yemas de durazno con requerimientos de frío, parcialmente satisfecho, son estimuladas a brotar más rápido y uniformemente (11).

7.2 Período de flor a inicio de cosecha

El análisis de varianza practicado al período en de días de flor a inicio de cosecha (cuadro 9A), muestra que existe diferencia significativa, lo que indica que algún tratamiento presenta un promedio de días del período flor a inicio de cosecha con valores lo suficientemente diferentes a los demás.

Estos resultados no señalan con exactitud que tratamiento influye sobre el comportamiento de la duración del período en días de flor a cosecha, por lo que se hizo necesario realizar una prueba de medias de Tukey, para establecer que tratamiento influye en esta variable (cuadro 3).

Cuadro 3: Resumen de la prueba de Tukey para los valores promedio del numero de días de flor a inicio de cosecha del cultivo de melocotón (*Prunus persica*) Var. Salcajá. Granja San Isidro Los Pinos, Quetzaltenango, 2004.

No. Trat.	TRATAMIENTO (época de aplicación)	VALOR MEDIO DE No. DE DÍAS	GRUPO TUKEY
4	Aplicación en el estado de yema hinchada (testigo relativo)	183.67	A
2	300 horas frío acumuladas	181.33	A
1	200 horas frío acumuladas	181.33	A
5	Sin aplicación (testigo absoluto)	180.00	A
3	400 horas frío acumuladas	166.00	B

A = Valor medio superior, significativamente diferente respecto a las demás medias.

B = Valor medio significativamente diferente e inferior de A.

Como lo demuestran los resultados obtenidos en el período de flor a inicio de cosecha, en días promedio, el tratamiento que obtuvo el menor número de días fue al que se aplico cianamida hidrogenada cuando el árbol había acumulado 400 horas frío, teniendo una reducción de 14 días con relación al período normal de la variedad Salcajá que es de 180 días. Sobre la base de los resultados que se presentan en el cuadro 3, se puede decir que efectivamente la época de aplicación de la cianamida hidrogenada cuando el árbol haya acumulado la mayor cantidad de horas frío, que en este caso fueron 400 horas, ejerce una

reducción del período de flor a cosecha, debido a que como efecto de acumular la variedad su requerimiento de horas frío, las yemas inician su brotación de manera más uniforme acelerando sus actividades metabólicas, manifestándose este efecto en la reducción del periodo. Los demás tratamientos al ser estimulados a brotar más tempranamente presentan diferencias para brotar entre yemas, de tal forma que el período de floración se extiende. En el caso de tratamiento sin aplicación que tiene un período de flor a cosecha promedio de 180 días, que es menor pero no es significativo en comparación con el grupo de medias con los que se encuentra, se explica por que además de extender su período de brotación y presentar flores y frutos en diferentes etapas de desarrollo, ocasiona tener algunos frutos maduros antes que los tratamientos que presentaron medias similares.

Con base a lo analizado anteriormente se demuestra que al aplicar cianamida hidrogenada cuando el árbol haya acumulado 400 horas frío, se reduce significativamente el período de flor a cosecha, lo que puede aprovecharse para escalonar las fechas de producción, evitando así la saturación de mercados en un período determinado, permitiendo ampliar la época pico de producción, y también mantener mejor calidad del fruto por no coincidir con los períodos de mayor intensidad de precipitación y se evita así la incidencia de enfermedades principalmente la conocida como “pudrición morena de las rosáceas” causada por el hongo *Monilinia fruticola*, lo que tiene un efecto directo en la disminución de las aplicaciones de plaguicidas, reduciendo los costos de producción.

7.3 Período de duración de la cosecha

Los resultados del análisis de varianza practicado para la variable período de duración de la cosecha presentados en el cuadro 10A demuestran que sí existe diferencia significativa, el período de duración de la cosecha de los tratamientos evaluados son diferentes, esto permite afirmar, que más de algún tratamiento presenta un período de duración de la cosecha con valores lo suficientemente diferentes a los demás.

Para determinar que tratamiento influye en período duración de la cosecha, se hizo necesario realizar una prueba de medias de Tukey (cuadro 4). Para luego poder determinar si el período duración de la cosecha esta afectado por la aplicación de cianamida hidrogenada o por la época de aplicación.

El tratamiento sin aplicación (Testigo absoluto), es completamente diferente a los demás tratamientos, las medias de los tratamientos donde se aplico la cianamida hidrogenada a las 200, 300, 400 horas frío acumuladas y en el estado fonológico de yema hinchada (Testigo relativo) se encuentran en un grupo estadístico diferente al testigo absoluto, lo cual evidencia que existe un efecto de la aplicación de la cianamida hidrogenada sobre el acortamiento de la duración de la cosecha, también evidenciando que no existe ningún efecto significativo en el acortamiento de la duración de la cosecha causado por la época de aplicación.

Cuadro 4: Resumen de la prueba de Tukey para los valores promedio el período en días de duración de la cosecha del cultivo de melocotón (*Prunus persica*) Var. Salcajá. Granja San Isidro Los Pinos, Quetzaltenango, 2004.

No. Trat.	TRATAMIENTO (época de aplicación)	VALOR MEDIO DE No. DE DÍAS	GRUPO TUKEY
2	300 horas frío acumuladas	36.00	A
1	200 horas frío acumuladas	38.17	A
3	400 horas frío acumuladas	39.00	A
4	Aplicación en el estado de yema hinchada (testigo relativo)	39.33	A
5	Sin aplicación (testigo absoluto)	49.33	B

A = Valor medio significativamente diferente e inferior de B.

B = Valor medio superior, significativamente diferente respecto a las demás medias.

El número de días promedio de duración de la cosecha en el testigo absoluto es de 49 días y sobrepasa al tratamiento que posee mayor media en 10 días que corresponde al testigo relativo. Lo anterior confirma que al tratamiento sin aplicación de cianamida hidrogenada al presentar deficiencia de acumulación de frío, provocó un despertar errático en las yemas influyendo en el alargamiento del período de cosecha, presentando flores y frutos en diferentes etapas de desarrollo y por consiguiente el período de cosecha se hizo más prolongado en comparación a los tratamientos en que sí fue aplicado cianamida hidrogenada, donde la diferencia de brotación entre yemas se redujo, disminuyendo así el período de cosecha. Es de hacer notar que la época de aplicación de los tratamientos estadísticamente tiene el mismo efecto en el acortamiento del período de cosecha.

El reducir el período de duración de la cosecha es importante ya que se pueden bajar los costos de producción al utilizar menos jornales para la cosecha ya que reduce el número de cortes por árbol y además de eliminar al menos una aplicación para el control de plagas y enfermedades, teniendo incidencia directa en la rentabilidad del cultivo.

7.4 Rendimiento de fruta

En el análisis de varianza (cuadro 11A) realizado para esta variable, se puede ver que existen diferencias significativas en cuanto al rendimiento promedio de melocotón, para determinar con exactitud que tratamiento influye en el rendimiento y poder establecer si la época de aplicación ejerce efecto sobre éste, se hizo necesario realizar una prueba de medias de Tukey.

Sobre la base de los resultados que se presentan en el cuadro 5 se puede decir que la aplicación de la cianamida hidrogenada en las épocas evaluadas influye positivamente en el rendimiento, en comparación al

tratamiento 5 (testigo absoluto), no teniendo diferencia estadística significativa entre los rendimientos de las diferentes épocas de aplicación.

Cuadro 5: Resumen de la prueba de Tukey para los valores promedio de rendimiento de fruta (tm/ha) del cultivo de melocotón (*Prunus persica*) Var. Salcajá. Granja San Isidro Los Pinos, Quetzaltenango, 2004.

No. Trat.	TRATAMIENTO (época de aplicación)	VALOR MEDIO DE RENDIMIENTO (tm/ha)	GRUPO TUKEY
1	200 horas frío acumuladas	34.57	A
4	Aplicación en el estado de yema hinchada (testigo relativo)	33.43	A
2	300 horas frío acumuladas	32.76	A
3	400 horas frío acumuladas	31.59	A
5	Sin aplicación (testigo absoluto)	27.94	B

A = Valor medio superior, significativamente diferente respecto a las demás medias.

B = Valor medio significativamente diferente e inferior de A.

En este caso es de hacer notar que los tratamientos que se aplicaron en la etapa fonológica de yema hinchada, 300 y 400 horas frío, ya presentaban 5%, 10% y 15% de brotación respectivamente, lo que explica que el rendimiento sea menor, con respecto al tratamiento 1, esto se debió a que la cianamida hidrogenada causa quemaduras de tejido por fitotoxicidad, por lo que al aplicarse cuando se ha iniciado el período de floración provocó que se perdieran las primeras flores. El mayor rendimiento en los tratamientos donde se aplicó cianamida hidrogenada con respecto al testigo absoluto, se explica porque al existir compensación de frío, la brotación de yemas no se extiende, por lo que se reduce la pérdida de flores tardías que pierden su capacidad de amarrar su fruto.

El bajo rendimiento del testigo absoluto se explica porque los árboles manifestaron deficiencia de acumulación de frío, presentado diferencias para brotar entre yemas, de tal forma que el período de floración se extendiera, lo que provoca que las flores tardías pierden su capacidad de amarrar o su fruto no crece, estos síntomas tienen un efecto directo sobre la capacidad productiva de la planta.

7.5 Integración de las variables

En la figura 3 se muestran los resultados obtenidos de cada variable estudiada, como efecto de cada tratamiento. La aplicación de la cianamida hidrogenada cuando el árbol había acumulado 200 horas frío, presentó una respuesta a la brotación de yemas más lenta, obteniéndose 60.88% a los 71 días después de la aplicación de cianamida hidrogenada, que estuvo influida por haber menor acumulación de frío, causando que la brotación fuera más lenta comparado a los tratamientos con mayor acumulación de frío, donde la

respuesta de brotación se dio entre los 50 a 15 días, confirmándose que las yemas con requerimientos de frío, parcialmente satisfecho, son estimuladas a brotar más rápido. La variable período de flor a cosecha tuvo un comportamiento similar al período normal de la variedad Salcajá que es 180 días, explicándose este comportamiento en que al ser estimulada a brotar más tempranamente, se presentan diferencias para brotar entre yemas, de tal forma que el período de floración se extiende, pero en menor grado que el testigo, lo que se confirma en la reducción del período de cosecha de 11 días. Este tratamiento alcanzo el mayor rendimiento con 34.57 tm/ha que se explica que al existir compensación de frío, se reduce la pérdida de flores tardías que pierden su capacidad de amarrar su fruto. Es de hacer notar que para el Valle de Quetzaltenango se corre el riesgo de daño por heladas a la brotación de yemas cuando se tienen acumuladas 200 horas frío, por coincidir en los meses más críticos de las ocurrencias de heladas como lo son los meses de enero y febrero. Por lo que debe considerarse el control de daños causado por heladas, al iniciarse la brotación de yemas inducida por la aplicación de cianamida hidrogenada.

En el caso de los tratamientos 2 y 4, tuvieron comportamientos similares debido a que la acumulación de frío en que fueron aplicados los tratamientos fue 300 y 284 horas frío respectivamente, observándose una respuesta de brotación del 58.70% y 58.58% a los 44 y 50 días después de la aplicación de cianamida hidrogenada, lo que demuestra que hay una respuesta más rápida de brotación cuando la acumulación de frío es mayor, comparado con el tratamiento a 200 horas frío donde se obtuvo 60.88 % del promedio de brotación a los 71 días después de la aplicación de cianamida hidrogenada. En la variable período de flor a cosecha se tuvo un comportamiento similar al período normal de la variedad Salcajá que es 180 días, lográndose una reducción del período de cosecha de 13 días para el tratamiento 2 y 10 días para el tratamiento 4, alcanzando un rendimiento de 32.76 tm/ha en el tratamiento 2 y 33.43 tm/ha en el tratamiento 4, siendo estos rendimientos menor que en el tratamiento 1 que es de 34.57 tm/ha. Es de hacer notar que los tratamientos 2 y 4, ya presentaban 5% y 10% de brotación en el momento de la aplicación de cianamida hidrogenada, lo que explica que el rendimiento sea menor, con respecto al tratamiento 1, esto se debió a que la cianamida hidrogenada causa quemaduras de tejido por fitotoxicidad, por lo que al aplicarse cuando se ha iniciado el período de floración provoco que se perdieran las primeras flores. Esta pérdida de floración no es significativa, manifestándose en los rendimientos que fueron mayores que el testigo con 27.94 tm/ha, demostrándose de esta de esta manera que la aplicación de cianamida hidrogenada en estas épocas tienen un efecto positivo sobre la capacidad productiva de la planta. Para estos tratamientos, el riesgo de daño por heladas se ve disminuido, por alejarse de los meses más críticos (enero y febrero), ocurriendo la floración en los meses de marzo y abril, por lo que las pérdidas de 5 y 10% de brotación no es significativo en

comparación a la pérdida del 90% de brotación, que pueden causar las heladas (temperaturas menores de -3° C) en los meses más críticos.

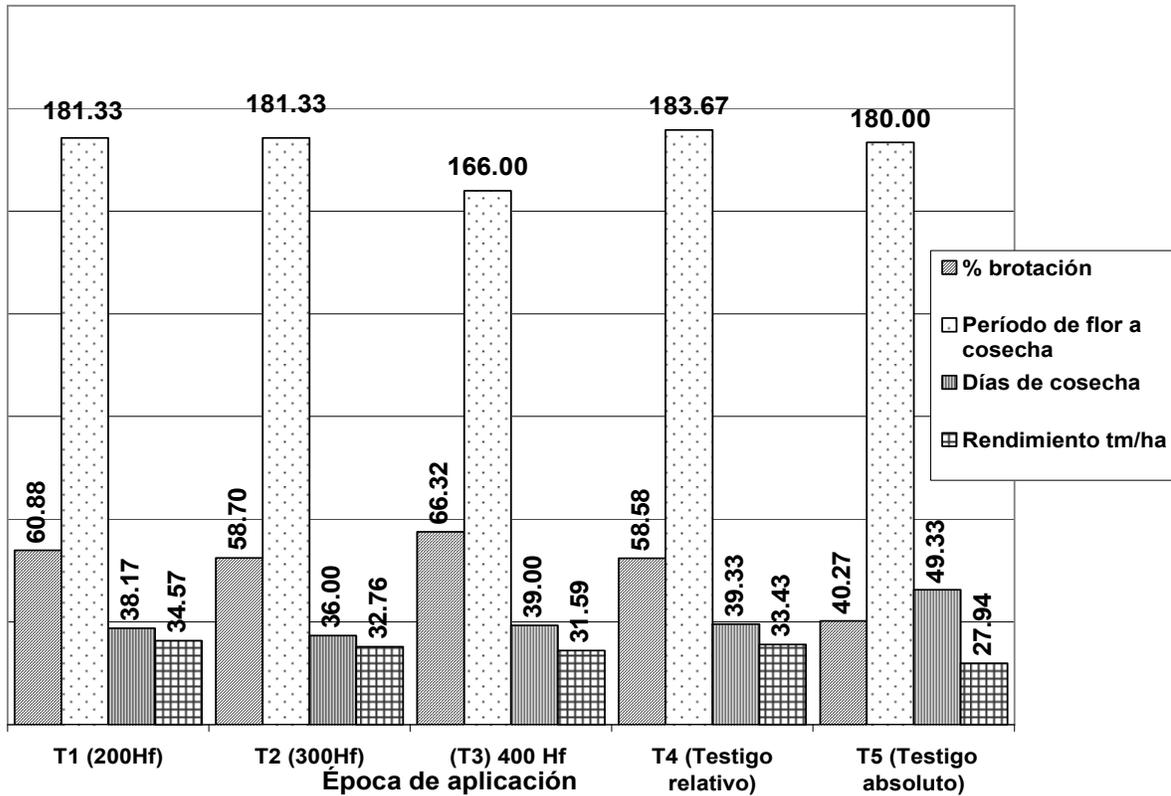


Figura 3: Valor promedio de las variables de respuesta estudiadas en el cultivo de melocotón (*Prunus persica*) Var. Salcajá, Granja San Isidro Los Pinos, Quetzaltenango, 2004.

En el tratamiento 3, cuando se habían acumulado 400 horas frío en el momento de aplicación de cianamida hidrogenada, se obtuvo una brotación 66.32% a los 15 días después de la aplicación de cianamida hidrogenada, confirmando que entre mayor es la acumulación de frío en el momento de la aplicación de la cianamida hidrogenada la respuesta de brotación de las yemas es más rápida. La variable período de flor a cosecha se redujo en 14 días, debido que al tener una brotación más rápida sin diferencias para brotar entre yemas, el período de flor a cosecha se reduce, en los demás tratamientos al ser estimulados a brotar más tempranamente presentan diferencias para brotar entre yemas, de tal forma que el período de floración se extiende. La reducción de este período puede aprovecharse para escalonar las fechas de producción, evitando así la saturación de mercados en un período determinado, permitiendo ampliar la época pico de producción, y también mantener mejor calidad del fruto por no coincidir con los períodos de mayor intensidad de precipitación y se evita así la incidencia de enfermedades principalmente la conocida como “pudrición morena de las rosáceas” causada por el hongo *Monilinia fruticola*, lo que tiene un efecto directo en la

disminución de las aplicaciones de plaguicidas, reduciendo los costos de producción. Lográndose además una reducción del período de cosecha en 10 días y alcanzando un rendimiento de 31.59 tm/ha, este rendimiento estuvo influido por la pérdida de floración del 15%, debió a que la cianamida hidrogenada causo quemaduras de tejido por fitotoxicidad en las primeras flores, pudiéndose considerar esta pérdida como no significativa, si se compara con el rendimiento del testigo absoluto que fue superado por 3.65 tm/ha y al riesgo de daño por heladas se ve disminuido, por alejarse de los meses más críticos (enero y febrero), ocurriendo la floración en los meses de marzo y abril, en comparación a la pérdida del 90% de brotación, que pueden causar las heladas (temperaturas menores de -3°C) en los meses más críticos.

El testigo absoluto que presentó resultados diferentes a los demás tratamientos evaluados, causados por la deficiencia de frío, teniendo como consecuencia una brotación de 40.27% a los 85 días después de la defoliación de los tratamientos, con un período de flor a cosecha de 180 días y una prolongación de la cosecha de 49 días, obteniéndose el rendimiento más bajo con 27.94 tm/ha. Los resultados descritos tienen un efecto directo sobre la capacidad productiva de la planta, al aplicar la cianamida hidrogenada con sus requerimientos de frío parcialmente satisfechas son factores importantes para lograr un mejor rendimiento.

7.5 Análisis económico

En el cuadro 12A se presentan el resumen de los costos totales por hectárea de cada tratamiento en los que se incluye gastos tales como: jornales, control de plagas y enfermedades, arrendamiento del terreno etc. Los costos varían para cada tratamiento en base al efecto que ejercieron en la producción, ya que al reducirse el período de duración de la cosecha se reducen los costos; además por tratamiento se incluye el costo de aplicación de la cianamida hidrogenada, el que está calculado en base al número de jornales que se emplean para la aplicación por hectárea, tomado en cuenta que se necesitan 4 jornales por hectárea para realizar la aplicación, considerando también el costo de la cianamida hidrogenada que es Q 396.90 por hectárea (3.78lt/ha con un costo de Q105/lt).

Los datos de ingreso por hectárea (cuadro 6) están dados en base al precio promedio obtenido en la venta de la fruta. El precio promedio de la venta fue de Q 4,356.00 la tonelada métrica (Q198/qq).

Los resultados muestran que los tratamientos evaluados, incluyendo el testigo absoluto presentan una alta rentabilidad. El porcentaje de rentabilidad más alto fue de 551.21 %, con una relación beneficio/costo de 6.51 que indica que por cada quetzal invertido obtenemos Q 5.51 de ganancia, estos datos corresponden al tratamiento aplicado a las 200 horas frío acumuladas, en el que se obtuvo un ingreso neto de Q 127,462.95 que fue el mayor entre los 5 tratamientos; seguidamente se encuentran los tratamientos que se aplicaron a las

300, 400 horas frío y la aplicación en el estado fonológico de yema hinchada, con valores de rentabilidad de 523.82 %, 491.89 %, 526.37 % respectivamente.

Cuadro 6: Resumen de costos de producción, rendimiento, ingreso bruto, ingreso neto, relación beneficio costo y rentabilidad del cultivo de melocotón (*Prunus persica*) Var. Salcajá. Granja San Isidro Los Pinos, Quetzaltenango, 2004.

No. Trat.	Tratamientos (época de aplicación)	CT/ha	Rend. tm/ha	IB	IN	Rel B/C	R
1	200 horas frío acumuladas	23,123.97	34.57	150,586.92	127,462.95	6.51	551.21%
2	300 horas frío acumuladas	22,875.31	32.76	142,702.56	119,827.25	6.23	523.82%
3	400 horas frío acumuladas	23,248.30	31.59	137,606.04	114,357.74	5.91	491.89%
4	Aplicación en el estado de yema hinchada (testigo relativo)	23,248.30	33.43	145,621.08	122,372.78	6.26	526.37%
5	Sin aplicación (testigo absoluto)	23,934.72	27.94	121,706.64	97771.92	5.08	408.49%

Referencias:

CT/ha: Costo total por hectárea.

Rend. tm/ha: Rendimiento toneladas métricas por hectárea.

IB: Ingreso bruto.

IN: Ingreso neto.

Rel. B/C: Relación beneficio costo

R: Rentabilidad.

El testigo absoluto presento un porcentaje rentabilidad de 408.49% y una relación benéfico/costo de 5.08, siendo estos los más bajos entre los tratamientos evaluados, esto es debido a que la producción fue menor y su costo de producción se vio aumentado al prolongarse el período de cosecha.

Lo anterior demuestra que aplicar la cianamida hidrogenada en cualquiera de las épocas evaluadas incrementa la rentabilidad del cultivo, esto es debido a la reducción de los costos de mano de obra para la cosecha y el incremento de la producción que se traduce en mayor ingreso para el productor.

8. CONCLUSIONES

- 8.1 La aplicación de la cianamida hidrogenada en cualquiera de las épocas evaluadas incrementa el porcentaje de brotación, obteniéndose un rango de 66.32% a 58.58% promedio, en comparación con el testigo absoluto con un valor de 40.27%, teniendo una respuesta de brotación más rápida cuándo mayor sea la acumulación de frío en el momento de la aplicación, por lo que no es necesario esperar a que la planta se encuentre en la etapa fenológica de yema hinchada para realizar la aplicación de cianamida hidrogenada.
- 8.2 El aplicar la cianamida hidrogenada cuando el árbol haya acumulado 400 horas frío reduce el número de días promedio en la duración del período de flor a cosecha en 14 días, con relación al período normal de 180 días del cultivo de melocotón (*Prunus persica*) Var. Salcajá.
- 8.3 Las épocas de aplicación evaluadas de la cianamida hidrogenada ejercen el mismo efecto en la reducción del período de cosecha, con un rango de 39 a 36 días promedio, en comparación al testigo absoluto que tiene un período de cosecha de 49 días promedio.
- 8.4 La aplicación de cianamida hidrogenada en cualquiera de las épocas evaluadas ejerce el mismo efecto en aumentar el rendimiento, con un rango promedio de 31.59 a 34.57 tm/ha, en comparación con el testigo absoluto en la que se obtuvo una producción promedio de 27.94 tm/ha.
- 8.5 El análisis económico determino que la aplicación de cianamida hidrogenada, en cualquiera de las épocas evaluadas, incidió en aumentar la rentabilidad del cultivo del melocotón, ya que en los tratamientos donde se aplicaron se obtuvo una mayor rentabilidad en comparación al testigo (sin aplicación).

9. RECOMENDACIONES

- 9.1 Para las condiciones del Valle de Quetzaltenango, la cianamida hidrogenada puede ser aplicada desde que el árbol haya acumulado 200 a 400 horas frío, tomando en cuenta que el riesgo a heladas para el Valle de Quetzaltenango, es bastante alto, por lo que se recomienda efectuar un control integrado de las mismas, al iniciarse la brotación de yemas inducida por la aplicación de cianamida hidrogenada. Por lo que el momento de aplicación queda a criterio del productor, en base a la época en que quiera obtener su cosecha, permitiendo escalonar las fechas de producción y ampliar la época pico de producción, evitando así la saturación de mercados en un período determinado.
- 9.2 Se recomienda la evaluación de otros compensadores de frío como el Tidiázuron que ha dado buenos resultados en otras regiones frutícolas, no causando fitotoxicidad al ser aplicados cuando la brotación haya iniciado.

10. BIBLIOGRAFÍA

1. Alvarado Quiroa, H. 2001. Factibilidad agroclimática de la producción de frutales deciduos, en el valle de Quetzaltenango. Tesis MSc. Quetzaltenango, Guatemala, Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Agrícolas y Ambientales. 70 p.
2. Álvarez, V; Gonzáles, B; Estrada, R; Barrientos, M. s.f. Diseño y análisis de experimentos. *In* Foro de Estadística (2., Guatemala); Congreso Nacional de Estadística (1., Guatemala). Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía, Centro de Estadística y Cálculo. p. 9-20.
3. Becerril, E; Rodríguez, A. 1989. Producción forzada en frutales de clima templado. Chapingo, México, Colegio de Post-Graduados, Centro de Fruticultura. p. 9-11.
4. Calderón Alcaraz, E. 1983. Fruticultura general: el esfuerzo del hombre. 2 ed. México, Limusa. 759 p.
5. _____. 1987. Manual del fruticultor moderno. México, Limusa. v.2, p. 211-491.
6. _____. 1993. Fruticultura general. 3 ed. México, Limusa. 545 p.
7. Campos Ávila, J. 2000. Producción forzada de durazno. Michoacán, México, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Agrobiología. 24 p.
8. Chandler, W. *et al.* 1937. Chilling requirement for opening buds on deciduous orchard trees and some other plants in California. Cal. Agr. Expt. Sta. 63 p. (Bulletin 611)
9. Cole, M; Solomos, E; Faust, M. 1982. Growth and respirati3n of dormant buds of *Pyrus comunis* and *Pyrus calleryana*. Jour. Amer. Soc. Hort. Sci. 107(2):226-231.
10. Cruz S, JR De la. 1983. Mapa de zonas de vida de la republica de Guatemala: seg3n el sistema Holdridge. Guatemala, Instituto Geografico Militar. Esc. 1:600,00.
11. D3az M, D H. 1987. Requerimiento de fr3o en frutales caducifolios. México, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. 60 p.
12. D3az Montenegro, D.H; Alvarez Aviles, A. 1982. El cultivo de frutales en la costa de Hermosillo. México, SARH-INIA-CIANO-CAECH. 35 p. (Folleto T3cnico no.1)
13. Erez, A; Couvillon, G; Kays, S. 1980. The effect of oxygen concentration on the release of peach leaf buds from rest. HortScience 15(1):39-41.
14. Erez, A; Lavee, S; Samish, R. 1971. Improved methods for breaking rest in the peach and other deciduos fruit species. Jour. Amer. Soc. Hort. Sci. 96(4):519-522.
15. Fideghelli, C. 1987. El melocotonero. México, Limusa. 270 p.
16. Gonz3les, H; Aristiz3bal, M; Villegas, B. s.f. Efectos de la concentraci3n y 3poca de aplicaci3n de cianamida hidrogenada sobre la brotaci3n y el tama3o de los frutos de manzano (*Malus domestica* Borkh.) CV ANNA (en l3nea). Consultado 5 mayo 2002. Disponible en <http://ciagrope.tripod.com/fitote08.html>

17. González, I; Alvarado, H. 1999. Manual del cultivo de melocotón. Guatemala, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, PROFRUTA. 43 p.
18. Informe técnico sobre cianamida hidrogenada. 1990. Guatemala. 8 p.
19. Moreland, D. 1980. Mechanisms of action of herbicides. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 31:597-638.
20. Quijada, O; Araujo, F; Corzo, P. s.f Efecto de la poda y la cianamida hidrogenada sobre la brotación, fructificación, producción y calidad de frutos de guayabo (*Psidium guajava* L.) en el municipio Mara del estado Zulia (en línea). Consultado 5 mayo 2002. Disponible en <http://www.repav-fpolar.info.ve/.html>
21. Ruano Hernández, J. 2002. El cultivo del melocotón (*Prunus persica* Stokes) en los departamentos de Chimaltenango y Sacatepequez y sus perspectivas de desarrollo. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 59 p.
22. Samish, R. 1945. The use of dinitro-cresol-mineral-oil sprays for the control of prolonged rest in apple orchards. *J Pom. Hort. Sci.* 21:164-178.
23. _____. 1954. Dormancy of woody plants. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 5:183-204.
24. Sitún Alvizures, M. 1996. Guía para el análisis económico de resultados experimentales. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 12 p. (Centro de Información Agro Socioeconómica, Boletín Informativo 2-96)
25. Tobar Hernández, M. 2000. Cianamida hidrogenada como compensador de frío y la práctica de anillado para adelantar época de cosecha, en el cultivo de melocotón (*Prunus persica*). Tesis Ing. Agr. Quetzaltenango, Guatemala, Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Agrícolas y Ambientales. 51 p.
26. Westwood, M. 1995. Temperature-zone pomology, physiology and culture. 3 ed. Oregon, USA, Timber Press. 426 p.

11. APÉNDICE

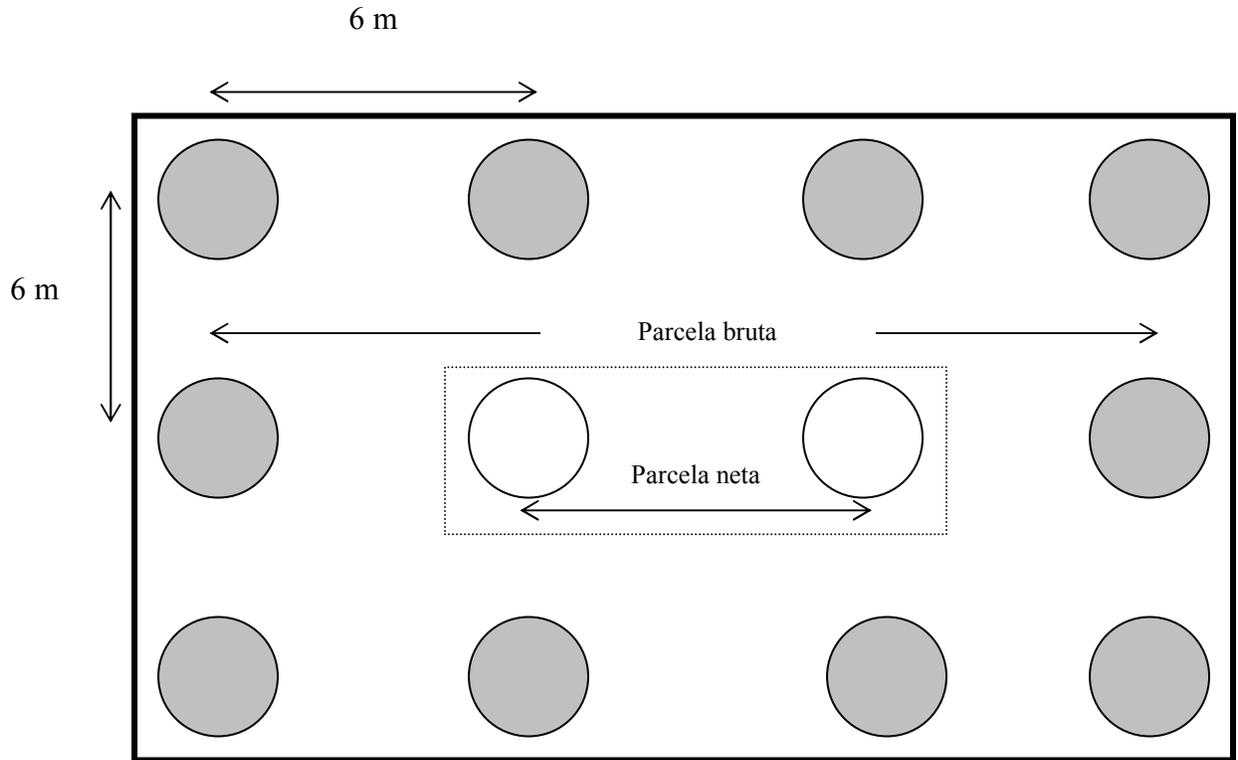


Figura 4A: Dimensiones de la unidad experimental, en la evaluación de la época de aplicación de la cianamida hidrogenada

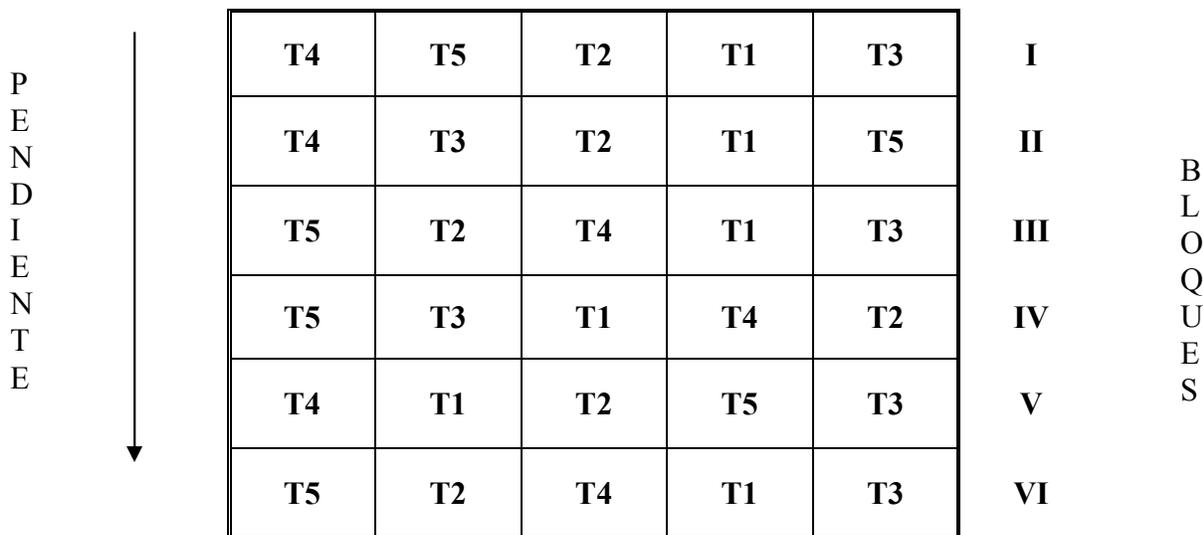


Figura 5A: Croquis del sitio experimental y distribución de los tratamientos en el campo, en la evaluación de la época de aplicación de la cianamida hidrogenada

Referencias:

- T1= Aplicación de cianamida hidrogenada al 1.5% cuando el árbol haya acumulado 200 horas frío.
- T2= Aplicación de cianamida hidrogenada al 1.5% cuando el árbol haya acumulado 300 horas frío.
- T3= Aplicación de cianamida hidrogenada al 1.5% cuando el árbol haya acumulado 400 horas frío.
- T4= Aplicación de cianamida hidrogenada al 1.5% en la etapa fenológica de yema hinchada.
- T5= Sin aplicación de cianamida hidrogenada.

Cuadro 7A: Resultados obtenidos para cada una de las variables de respuesta estudiadas en la evaluación de la época de aplicación de la cianamida hidrogenada en el cultivo de melocotón (*Prunus persica*) Var. Salcajá. Granja San Isidro Los Pinos, Quetzaltenango, 2004.

% de brotación al los 85 después de la defoliación							
Tratamiento	BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV	BLOQUE V	BLOQUE VI	PROMEDIO
T1 200Hf	55.533	58.118	58.696	51.901	68.333	72.702	60.880
T2 300Hf	55.814	72.414	53.061	51.462	57.143	62.286	58.697
T3 400 Hf	65.089	65.079	61.236	66.879	73.770	65.865	66.320
T4 Trel.	61.421	52.973	56.281	59.585	58.192	63.006	58.577
T5 Tab.	25.888	25.926	42.857	42.778	51.064	53.107	40.270
Días de flor a inicio de cosecha							
Tratamiento	BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV	BLOQUE V	BLOQUE VI	PROMEDIO
T1 200Hf	183	183	183	178	178	183	181.333
T2 300Hf	184	184	178	174	184	184	181.333
T3 400 Hf	166	162	162	162	172	172	166.000
T4 Trel.	182	182	182	182	186	188	183.667
T5 Tab.	180	180	180	180	180	180	180.000
Duración de la cosecha en días							
Tratamiento	BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV	BLOQUE V	BLOQUE VI	PROMEDIO
T1 200Hf	43	43	32	32	37	42	38.167
T2 300Hf	39	39	39	33	33	33	36.000
T3 400 Hf	39	43	43	43	33	33	39.000
T4 Trel.	43	43	39	39	39	33	39.333
T5 Tab.	46	46	51	51	51	51	49.333
Rendimiento tm/ha							
Tratamiento	BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV	BLOQUE V	BLOQUE VI	PROMEDIO
T1 200Hf	36.956	31.428	32.197	33.045	35.998	37.788	34.569
T2 300Hf	31.600	30.941	33.773	30.512	34.558	35.160	32.757
T3 400 Hf	30.538	32.171	32.579	33.877	28.962	31.412	31.590
T4 Trel.	34.851	34.155	33.081	32.706	33.118	32.684	33.433
T5 Tab.	26.229	26.266	29.731	28.307	27.140	29.970	27.940

Cuadro 8A: Análisis de varianza para el porcentaje de yemas brotadas en melocotón (*Prunus persica*) Var. Salcajá de 10 brindillas productoras muestreadas elegidas al azar, a los 85 días después de la defoliación de todos los tratamientos. Granja San Isidro Los Pinos, Quetzaltenango, 2004.

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	VALOR DE F	PR>F
Tratamientos	4	2322.93	580.73	11.86	0.000*
Bloques	5	490.95	98.19		
Error exp.	20	979.19	48.96		
Total	29	3793.08			

P>F= probabilidad de encontrar un valor de F igual o mayor al observado

*= significativo al 5% de probabilidad

C.V. = 12.28 %

Cuadro 9A: Análisis de varianza para el numero de días de flor a inicio de cosecha del cultivo de melocotón (*Prunus persica*) Var. Salcajá, como efecto de la aplicación de la cianamida Hidrogenada al 1.5% en diferentes épocas. Granja San Isidro Los Pinos, Quetzaltenango, 2004.

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	VALOR DE F	PR>F
Tratamientos	4	1207.50	301.87	37.43	0.000*
Bloques	5	120.62	24.12		
Error exp.	20	161.31	8.06		
Total	29	1489.44			

P>F= probabilidad de encontrar un valor de F igual o mayor al observado

*= significativo al 5% de probabilidad

C.V. = 1.59 %

Cuadro 10A: Análisis de varianza para el período en días de duración de la cosecha del cultivo de melocotón (*Prunus persica*) Var. Salcajá, como efecto de la aplicación de Cianamida Hidrogenada al 1.5% en diferentes épocas. Granja San Isidro Los Pinos, Quetzaltenango, 2004.

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	VALOR DE F	PR>F
Tratamientos	4	643.47	160.87	9.69	0.001*
Bloques	5	81.77	16.35		
Error exp.	20	331.73	16.59		
Total	29	1056.96			

P>F= probabilidad de encontrar un valor de F igual o mayor al observado

*= significativo al 5% de probabilidad

C.V. = 10.08 %

Cuadro 11A: Análisis de varianza para el rendimiento de fruta (tm/ha) del cultivo de melocotón (*Prunus persica*) Var. Salcajá, como efecto de la aplicación de Cianamida Hidrogenada al 1.5% en diferentes épocas. Granja San Isidro Los Pinos, Quetzaltenango, 2004.

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	VALOR DE F	PR>F
Tratamientos	4	155.13	38.78	10.74	0.000*
Bloques	5	15.68	3.14		
Error exp.	20	72.22	3.61		
Total	29	243.04			

P>F= probabilidad de encontrar un valor de F igual o mayor al observado

*= significativo al 5% de probabilidad

C.V. = 5.92 %

Cuadro 12A: Costos de producción para el cultivo de melocotón (*Prunus persica*) Var. Salcajá por hectárea, para cada tratamiento evaluado. Granja San Isidro Los Pinos, Quetzaltenango, 2004.

Tratamientos (época de aplicación)	Cianamida hidrogenada/ha	Aplicación cianamida hidrogenada	Costo de cosecha	CT/ha
200 horas frío acumuladas	Q 396.90	Q. 160	Q 4,724.59	23,123.97
300 horas frío acumuladas	Q 396.90	Q 160	Q 4,475.93	22,875.31
400 horas frío acumuladas	Q 396.90	Q 160	Q 4,848.92	23,248.30
Aplicación en el estado de yema hinchada (testigo relativo)	Q 396.90	Q 160	Q 4,848.92	23,248.30
Sin aplicación (testigo absoluto)	Q 0.00	Q 0.00	Q 6,092.24	23,934.72