

UNIVERSIDAD DE SONORA
DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA Y GANADERIA

**EFFECTO DE PROMOTORES DE SENESCENCIA DEL FOLLAJE Y
ENFRIAMIENTO EVAPORATIVO SOBRE LA BROTAÇÃO DE LA
VID (*Vitis vinifera* L.) VARIEDAD 'PERLETTE'.**

T E S I S
MAESTRIA EN CIENCIAS

RAÚL LEONEL DURAZO AMAYA

NOVIEMBRE DE 2005

Universidad de Sonora

Repositorio Institucional UNISON



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess

**EFFECTO DE PROMOTORES DE SENESCENCIA DEL FOLLAJE
Y ENFRIAMIENTO EVAPORATIVO SOBRE LA BROTAÇÃO
DE LA VID (*Vitis vinifera* L.) VARIEDAD 'PERLETTE'.**

TESIS

sometida a la consideración del

Departamento de Agricultura y Ganadería

de la

Universidad de Sonora

por

Raúl Leonel Durazo Amaya

Como requisito parcial para obtener

El grado de Maestro en Ciencias en Horticultura


NOVIEMBRE DE 2005

Esta tesis fue realizado bajo la Dirección del Consejo Particular aprobada y aceptada como requisito para la obtención del grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN HORTICULTURA

CONSEJO PARTICULAR:

DIRECTOR:


DR. JESUS ARNULFO MARQUEZ CERVANTES

ASESOR:


M. C. ARTURO RAYA SAAVEDRA

ASESOR:


M. C. SANTIAGO AYALA LIZARRAGA

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de Sonora, en especial al Departamento de Agricultura y Ganadería por las oportunidades de superación que me han brindado.

Al Dr. Jesús Arnulfo Márquez Cervantes, por su apoyo en el desarrollo de este trabajo, por su profesionalismo y por su consideración.

Al M. C. Arturo Raya Saavedra y al M. C. Santiago Ayala Lizárraga por su asesoría y atinadas sugerencias durante la revisión de esta tesis.

DEDICATORIA

A mi celestial Padre por permitirme llegar hasta este momento.

A mis padres Maxi y Manuel, por su cariño y comprensión.

A todos mis hermanos.

A ti, mi amorosa esposa Patricia por todo lo que me has brindado; por tu impulso, paciencia y dedicación al cuidado de nuestra familia. Mi amor y admiración.

A mis hijos, Ana Patricia, Rosario Elena, Carolina, Jesús Leonel, Andrea, Sofía y Raúl Eduardo, con todo mi amor.

A mi buen amigo y excelente director de tesis Dr. Jesús Arnulfo Márquez Cervantes.

A todos mis maestros , por sus enseñanzas y consejos, en especial al M. Sc. Alfredo Serrano Esquer y Dr. Gerardo Martínez Díaz.

A mis compadres y grandes amigos: Humberto, Patricio, Felipe y Sergio, que siempre han apoyado mis proyectos y aventuras.

A mi gran amigo Manuel Ortega[†], con fraternal cariño.

CONTENIDO

CARTA DE APROBACIÓN	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
DEDICATORIA	iv
CONTENIDO	v
ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS	vi
OBJETIVOS	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	xi
INTRODUCCIÓN	1
LITERATURA REVISADA	3
Acumulación de frío	5
El rol de las poliaminas	6
El rol del etileno	12
MATERIALES Y MÉTODOS	16
Ubicación del área de estudio	16
Trabajo de campo	17
Trabajo de gabinete	18
Tratamientos aplicados	18
Hipótesis general	19
Hipótesis específicas	19
Hipótesis estadística	19
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	20
Efectos generales	20
Efectos del enfriamiento evaporativo	23
Efectos del ethefón	24
CONCLUSIONES	30
LITERATURA CITADA	31
APÉNDICE	38
Anexo 1. Aspecto visual del efecto de algunos tratamientos sobre el follaje de las vides.....	38
Anexo 2. Figura 12. Gráficas de la correlación entre clorofila y defoliación con Enfriamiento Evaporativo (A) y sin Enfriamiento Evaporativo (B).....	40

ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

	Pag.
Cuadro 1. Efecto de los inhibidores de la síntesis de putrescina DFMA y DFMO y Ethefón sobre el contenido de clorofila, (medido en unidades SPAD), en hojas de vid 'Perlette'. Diciembre 2001.....	18
Cuadro 2. Efecto de los inhibidores de la síntesis de putrescina DFMA y DFMO y Ethefón en el contenido de clorofila (unidades SPAD) y % de defoliación con Enfriamiento Evaporativo (CEE) y sin Enfriamiento Evaporativo (SEE) en vid 'Perlette', en el muestreo del 19 de diciembre 2001.....	19
Cuadro 3. Efecto de los inhibidores de la síntesis de putrescina DFMA y DFMO y Ethefón sobre la brotación inicial y final y el número de racimos por planta de la vid 'Perlette'. Diciembre de 2001.....	20
Cuadro 4. Efecto del Enfriamiento Evaporativo sobre la brotación y el número de racimos por planta en la vid 'Perlette'. Diciembre de 2001.....	21
Cuadro 5. Efecto del Enfriamiento Evaporativo sobre el contenido de Clorofila y la defoliación en vid 'Perlette'. 19 de diciembre 2001.....	22
Cuadro 6. Efecto de Ethefón sobre la brotación de la vid 'Perlette'.....	22
Cuadro 7. Efecto de Ethefón y Enfriamiento Evaporativo sobre el contenido de clorofila y la defoliación en vid 'Perlette'. Diciembre 2001.....	23
Cuadro 8. Efecto de Ethefón sobre el número de racimos por planta en vid 'Perlette'. Diciembre 2001.....	23
Cuadro 9. Efecto de los tratamientos con Ethefón y sin Ethefón sobre el contenido de clorofila (unidades SPAD) y el % defoliación, con enfriamiento evaporativo (CEE) y sin enfriamiento evaporativo (SEE), en la vid 'Perlette'. Diciembre de 2001.....	24
Figura 1. Esquema de las rutas bioquímicas de la formación de putrescina.....	8
Figura 2. Ruta biosintética de la formación de etileno.....	13
Figura 3. Temperatura mínima diaria a partir del 16 de octubre al 14 de Noviembre, con Enfriamiento Evaporativo (CEE) y sin Enfriamiento Evaporativo (SEE), en el lote experimental de vid 'Perlette'.....	24
Figura 4. Temperatura máxima diaria a partir del 16 de octubre al 14 de noviembre, con Enfriamiento Evaporativo (CEE) y sin Enfriamiento Evaporativo (SEE), en el lote experimental de vid 'Perlette'.....	24

Figura 5. Temperatura media diaria a partir del 16 de octubre hasta el 14 de noviembre de 2001, con Enfriamiento Evaporativo (CEE) y sin Enfriamiento Evaporativo (SEE), en el lote experimental de vid 'Perlette'	25
Figura 6. Humedad media diaria a partir del 16 de octubre al 14 de noviembre, con Enfriamiento Evaporativo (CEE) y sin Enfriamiento Evaporativo (SEE), en el lote experimental de vid 'Perlette'	25
Figura 7. Aspecto de los tratamientos de DFMA con y sin enfriamiento al 5 de diciembre de 2001	35
Figura 8. Aspecto de los tratamientos de Etefón con y sin enfriamiento al 5 de diciembre de 2001	35
Figura 9. Aspecto de los tratamientos de DFMO con y sin enfriamiento al 5 de diciembre de 2001	35
Figura 10. Aspecto de los tratamientos DFMA + DFMO + Etefón con y sin enfriamiento al 5 de diciembre de 2001	36
Figura 11. Aspecto de los tratamientos Testigo con y sin enfriamiento al 5 de diciembre de 2001	36
Figura 12. Graficas de la correlación entre clorofila y defoliación con Enfriamiento Evaporativo (A) y sin Enfriamiento Evaporativo (B).	37

OBJETIVOS

Objetivo general

Mejorar la brotación y producción de la vid de mesa, modificando sus condiciones de entrada al reposo.

Objetivo particular

Lograr que las yemas de las vides acumulen una mayor cantidad de horas frío y tengan una mejor brotación, usando enfriamiento evaporativo y provocando la defoliación química con inhibidores de la síntesis de putrescina y Etefón.

Objetivos específicos

- 1.- Lograr que las temperaturas alrededor de las plantas sean suficientemente bajas de octubre a diciembre para acumular una mayor cantidad de horas frío al 25 de diciembre, a través del aumento de los períodos de acumulación.
- 2.- Provocar la defoliación de las vides antes de la poda con el propósito de que las yemas tengan una mejor aptitud para brotar al tomar azúcares de las hojas aledañas.
- 3.- Aumentar la cantidad de racimos en un 20%, sin afectar la calidad de los mismos.
- 4.- Aumentar la brotación, número de racimos y calidad de los mismos.
- 5.- Determinar el efecto de los promotores de senescencia sobre el contenido de clorofila, caída de hojas y producción de racimos.

RESUMEN

La Vid es el frutal de mayor importancia en la región agrícola de la Costa de Hermosillo, por la gran demanda y precio en el mercado de exportación y por la derrama económica que genera al ocupar gran cantidad de mano de obra.

Entre los principales problemas que limitan su producción y calidad de racimos, está la mala brotación que se tiene en años de baja acumulación de frío invernal, que puede mermar hasta en un 50 % la producción.

Se realizó un experimento con el propósito de mejorar la brotación de las vides al acumular mayor cantidad de frío por medio de la aplicación de inhibidores de la síntesis de putrescina y Etefon bajo condiciones de Enfriamiento Evaporativo y sin él.

Los tratamientos fueron: aspersión de DFMO 0.01 M (α -difluorometilornitina), DFMA 0.01 M (α -difluorometilarginina), Etefón en dosis de 2000 ppm y las combinaciones de estos tres, con y sin Enfriamiento Evaporativo. Se usó un lote de 2500 metros cuadrados, de 22 años de edad de vid variedad "Perlette" el cual se seccionó en dos partes iguales, instalando en una de ellas, el Enfriamiento Evaporativo, distribuyendo los tratamientos en bloques completos al azar, con tres repeticiones, considerando tres plantas como parcela útil.

Las variables medidas fueron: a) contenido de clorofila en hojas en tres fechas de muestreo, b) porcentaje de defoliación, c) porcentaje de brotación en dos fechas de muestreo y d) número de racimos por planta. Se tomaron registros de temperatura y humedad relativa en el lote de enfriamiento evaporativo. El estudio inició el 15 de octubre de 2001 con la instalación y operación del Enfriamiento Evaporativo y los ocho tratamientos se aplicaron el 22 de octubre (60 días antes de la poda) tanto en el área con enfriamiento como en la sin enfriamiento. El enfriamiento consistió en aspersión de agua sobre el dosel de las plantas por 4 minutos cada hora, de 8:00 a 18:00 horas, con un gasto de 132.47 l/hora.

Los resultados fueron: los inhibidores de putrescina aplicados juntos o por separado no aceleraron la senescencia de las hojas, sin embargo cuando se aplicaron en conjunto con Etefón la senescencia de las hojas fue manifiesta por menor contenido de clorofila. Las plantas aplicadas con Etefón, presentaron desde el primer muestreo, un contenido de clorofila menor que el resto de los tratamientos aplicados y por lo tanto una relación más estrecha con la senescencia. También se observó que la mezcla de los inhibidores de putrescina y Etefón presentó mejor efecto que cualquier tratamiento probado en este estudio.

La aplicación de enfriamiento evaporativo, resultó negativo a la senescencia, ya que, aunque disminuyó la temperatura en tres grados, esta no fue suficiente para detener el crecimiento, sino al contrario, estimuló el crecimiento de las plantas y retardó la senescencia, debido a la humedad en el área de la raíz de las plantas, mientras que las plantas del lote donde no se aplicó enfriamiento evaporativo, mostraron un mayor estrés, quizá, por falta de humedad y esto ayudó a que la senescencia se acelerara.

Hubo diferencia entre tratamientos en el lote con enfriamiento, presentándose un efecto en acelerar la senescencia con la aplicación de Etefón, DFMO + Etefón, DFMA + Etefón y DFMO + DFMA + Etefón, aunque la mayor defoliación en el último muestreo (19 de dic), se presentó con la aplicación de DFMO + Etefón, lo cual implica que es el mejor tratamiento. Por otro lado, en el lote sin enfriamiento, no se encontró

diferencia significativa entre tratamiento en relación al contenido de clorofila, pero la defoliación obtenida en esta fecha fue mayor, alcanzando 95% con la aplicación de DFMA + Etefón y DFMA + DFMO + Etefón. El tratamiento DFMO + Etefón indicado anteriormente tuvo mayor brotación final y mayor número de racimos por planta, pero no significativamente diferente del resto de los tratamientos, excepto con el tratamiento de DFMO solo.

El enfriamiento evaporativo tuvo efecto sobre la brotación, presentando una mayor brotación inicial, indicando con ello, el efecto positivo que tiene el reducir temperatura que se contabiliza como negación del frío acumulado; sin embargo, no mostró efecto sobre el total de la brotación y tampoco presentó significativamente mayor número de racimos por planta.

Palabras clave: Promotores de Senescencia, enfriamiento evaporativo, clorofila, vid de mesa.

ABSTRACT

Table grape is the most important crop in the Coast of Hermosillo agricultural area because of its excellent price in the export market, its quality and the great income due to the amount of labor needed to produce the fruit.

Grapes have agronomical problems limiting its potential. Among these are chill accumulation, what is a serious problem in years of low chill accumulation, which causes shy yields and low quality clusters.

An experiment was conducted to improve the bud break via the augmentation of chill hours by application of inhibitors of putrescine with and without evaporative cooling.

The treatments were: DFMO 0.01 M (α -difluoromethylornithine), DFMA 0.01 M (α -difluoromethylarginine), Ethephon 2000 ppm and their combinations under evaporative cooling conditions and without evaporative cooling. In the half part of a lot of 2,500 sq. Meters planted to 22 years old "Perlette" table grapes, installed the overtree evaporative cooling system consisted of 35 gallons (132.47 l/hour) microsprinklers to wet the complete canopy of plants during 4 minutes every hour from 8:00 A.M. to 6:00 P.M.

Experimental design was a complete randomized block, with three replics, consisting of three plants each useful plot. The variables measured were: a) content of chlorophyll (SPAD units) in three samplings different dates, b) defoliation percentage c) percent of bud break in two samplings dates, and d) number of clusters.

Experiment started in October 15th with evaporative cooling; the spray of inhibitors of putrescine, ethephon, and their combinations were made on October 22 (60 days before pruning).

Results: inhibitors of putrescine sprayed separated or in combination did not accelerate leaves senescence, but they did in combination with ethephon expressed as low amount of chlorophyll in leaves and showing a clear relation with senescence. The combination of DFMO and DFMA with Ethephon was the best treatment in this study.

Evaporative cooling effect on senescence was negative. Though, wetting plant canopy decreased temperature around the plants in 3 ° C, it stimulated root development, maybe, due to moisture in the root area, meanwhile the plants not receiving evaporative cooling stressed due to lack of water in the root area, what favored the senescence of foliage.

There were differences between treatments of evaporative cooling lot, showing a tendency to accelerate the senescence with application of ethephon, DFMO+Ethephon, DFMA+ Ethephon, and DFMO+DFMA+Ethephon.

In the last sampling date (December 19th) the best defoliation treatment was DFMO+Ethephon. In the lot without evaporative cooling there were no differences between treatments, even though, defoliation effect was more conspicuous, reaching 95 %, within treatments DFMA+Ethephon and DFMO+DFMA+Ethephon. The treatment DFMO+Ethephon, mentioned before, was different, but not significant, in the effect of final bud break and number of clusters per plant. Evaporative cooling had effect on initial bud break, showing the positive effect of reducing temperature, but did not show effect in total nor final bud break neither having significant effect on number of clusters.

INTRODUCCIÓN

La vid de mesa, con más de 10,000 hectáreas plantadas, es el frutal más importante en la región agrícola de la Costa de Hermosillo, Sonora, por la gran derrama económica que genera con la ocupación de más de 3.5 millones de jornales por año para su producción y por la rentabilidad (200 millones de dólares anuales) para el productor vitícola, al ser un producto de altísima calidad y excelente precio en el mercado de exportación.

El cultivo presenta las limitantes de producción comunes a todos los cultivos como son plagas, malezas, enfermedades, problemas de suelo, etc. También presenta limitantes de tipo abiótico que pueden ser determinantes del rendimiento, de la calidad o de ambos. Entre éstas, se encuentra ocupando un lugar preponderante la cantidad de frío acumulado durante el invierno anterior la brotación. (Angulo, 1991).

En regiones cálidas con inviernos benignos como la Costa de Hermosillo, la brotación de la vid 'Perlette' se ve afectada en un 50%, cuando en el invierno precedente se acumulan menos de 150 unidades frío (UF). Si se considera que este mismo efecto se presenta en otras variedades de vid con requerimientos mayores de frío, las pérdidas por falta de producción o calidad de los racimos, son considerables en años de poca acumulación, por lo que se requiere encontrar alguna solución a este problema. (Osorio *et al.*, 1997).

Como solución parcial se ha encontrado que aplicaciones de cianamida de hidrógeno (H_2CN_2) ayudan a mejorar la brotación, sin embargo, en ocasiones se tienen problemas de toxicidad y efectos erráticos en aplicaciones cuando las plantas aún no han acumulado suficiente frío, presentándose una brotación aceptable, pero con racimos de baja calidad. Se ha observado en otras regiones, que ha medida que la acumulación de frío es mayor, la brotación y la producción es mayor, así como la calidad de los racimos. (Díaz y Osorio, 1992; Siller *et al.*, 1992; Erez, 1987).

Existe la posibilidad de aumentar las UF acumuladas en el campo, mediante enfriamiento evaporativo, ya que se ha observado, que al usar esta tecnología, se reduce la temperatura en las plantas hasta en 9° C, lo que puede evitar la negación de frío en lapsos de alta temperatura y permitir una mayor acumulación de frío al aumentar los períodos de acumulación. (Erez *et al.*, 1979). Por otro lado, se considera que la aplicación de productos defoliantes o promotores de la senescencia del follaje, pudiera ayudar a acelerar el paso de minerales y azúcares de las hojas a los tejidos de

reserva próximos a las yemas, creando condiciones propicias para que éstas broten, posteriormente a la aplicación de H_2CN_2 .

Además del Enfriamiento Evaporativo (EE) y el producto promotor de etileno, Etefón, se consideró el utilizar en este experimento, los productos inhibidores de la síntesis de Putrescina, α -difluorometilarginina (DFMA) y α -difluorometilornitina (DFMO) solos y en combinaciones con el etefón, para acelerar la caída de hojas.

Por tal motivo, el propósito de este estudio fue, mejorar la brotación de las yemas de la vid 'Perlette', aumentando la acumulación de frío mediante el enfriamiento evaporativo y la aplicación de productos inhibidores de la síntesis de putrescina y etefón, para de esta manera acondicionar a las yemas para brotar y producir mayor cantidad de racimos y de mejor calidad.

LITERATURA REVISADA

La vid de mesa (*Vitis vinifera* L.), es el cultivo principal en la Costa de Hermosillo, tanto desde el punto de vista económico, como ambiental y social, ya que su posicionamiento económico a nivel estatal alcanza un segundo lugar, sólo superado por el cultivo de trigo (Márquez *et al.*, 2004).

Como cualquier otro cultivo en esta zona agrícola, la vid de mesa presenta problemas de enfermedades tales como hongos, bacterias, fitoplasmas, virus y nemátodos (Jaime, 1993); problemas de plagas como las chicharritas (*Erythroneura* spp), gusano descarnador (*Harrisina brillians*), trips de las flores (*Frankliniella occidentalis*), trips de las uvas (*Drepanothrips reuteri*) y trips del frijol (*Caliothrips fasciatus*), ácaros (*Tetranychus* spp), piojo harinoso (*Planococcus fipicus*) y otras de menor importancia (González, 1993); malezas como la correhuela (*Convolvulus arvensis*), el zacate jonson (*Sorghum halepense*), zacate bermuda (*Cynodon dactylon*), el estafiate (*Ambrosia artemisiifolia*) y el coquillo púrpura (*Cyperus rotundus*) entre la perennes, mientras que las más importantes entre las anuales son el zacate salado (*Leptochloa filiformis*), zacate pinto (*Echinochloa cruz-galli*), zacate toboso (*Cenchrus equinatus*), quelite (*Amaranthus palmeri*), trompillo (*Ipomoea purpurea*), tomatillo (*Physalis acutifolia*), verdolaga (*Portulaca oleracea*), chinita (*Sonchus oleracea*), chual (*Chenopodium album*), lechuguilla (*Lactuca serriola*), nabo (*Brassica nigra*), pamita (*Sysimbrium irio*), girasol (*Helianthus annuus*), malva (*Malva parviflora*) y alambrillo (*Poligonum aviculare*) (Martínez, 2001); problemas nutrimentales (Zamudio, 1990) y de suelos (Zamudio y Núñez 1993).

Además de los anteriores la vid presenta limitantes climáticas que afectan su producción de fruta, la calidad de la misma o ambas. Entre éstas se encuentra la acumulación de frío invernal previo a la brotación, la cual, si no es suficiente, provoca que las vides, en el mejor de los casos presenten racimos mal formados o en inviernos de muy pobre acumulación de frío, disminuyan su producción en un 50 % o incluso disminuciones mayores al 80% (Osorio *et al.*, 1997). Debido a la importancia que reviste el problema de poca acumulación de frío invernal y sus consiguientes problemas de falta de brotación, falta de racimos o racimos mal formados, se han buscado técnicas

de “compensación de frío” o “rompimiento de la dormancia” que ayuden al productor regional a resolverlos.

Una de las técnicas más socorridas y de mayor éxito para adelantar, uniformizar y aumentar la brotación, es la aplicación de cianamida de hidrógeno (H_2CN_2), no sólo en vid, sino también en otros frutales caducifolios (Erez, 1987; Fuchigami y Nee, 1987; George *et al.*, 1988; Wood, 1993). Sin embargo la toxicidad del producto tanto para las yemas de las plantas (Siller *et al.*, 1992), como para las personas que lo manejan, hace necesaria la búsqueda de opciones que mejoren la brotación, la producción, así como la calidad de racimos y la precocidad a la cosecha de las uvas de mesa.

Acumulación de frío

La dormancia es vista como un mecanismo de las especies para sobrevivir a situaciones climáticas adversas. (Juntilla, 1988). Este mecanismo impone una gran influencia en el crecimiento y desarrollo de las plantas, cuyo ciclo está ligado íntimamente a las variaciones en los niveles de reguladores endógenos del crecimiento, para los cuales se han establecido balances específicos para que sucedan procesos fisiológicos como la dormancia. (Powell, 1988).

Se manejan en la actualidad tres etapas distintas y continuas de la dormancia; estas son: *paradormancia*, que es el cese de actividad en las yemas debido a la competencia con otros órganos, como las ramas y las hojas y que puede ser revertido con prácticas como riegos, podas, defoliaciones, etc; la *endodormancia*, que es el cese de actividad en las yemas debido exclusivamente a una condición interna, no puede ser revertida por factores externos. La planta permanece en este estado hasta acumular la cantidad de frío necesaria para rebrotar; le sigue la *ecodormancia* que inicia al completar la especie su requerimiento de frío y las yemas están listas para brotar. Esta etapa está regulada por factores ambientales externos como la temperatura, la humedad, la luz, etc. (Lang *et al.*, 1987; Diaz y Osorio, 1992).

Las temperaturas durante el invierno, influyen las futuras brotaciones, siendo la acumulación de frío un factor determinante en el desarrollo y producción de especies frutales de gran importancia económica. Así mismo, la aplicación de agua sobre plantas

de diferentes especies durante la época de entrada a reposo, ayuda a obtener una mejor brotación en la primavera siguiente. Se ha observado que las lluvias de invierno, en regiones productoras de manzano y pera, reducen el período de letargo en estas especies, al aumentar el frío acumulado, (Westwood y Bjornstad, 1978).

Con el propósito de mejorar la acumulación de frío, se han desarrollado técnicas de enfriamiento evaporativo, a base de aspersion de agua al dosel de las plantas, que lograron bajar hasta en 9 ° C la temperatura y acelerar con esto la entrada a la dormancia en manzano, (Evans *et al.*, 1993) y nectarino (Erez y Couvillon, 1983; Gilreath Buchanan, 1981).

Yemas de durazno sometidas a períodos cortos de altas temperaturas (27° y 32° C) durante la época de dormancia, retardan más fuertemente su brotación que aquellas sometidas a elevaciones moderadas de temperaturas en forma constante (2° y 3° C). La magnitud del retraso de las yemas fue positivamente correlacionado con las temperaturas máximas medias, pero no con las mínimas medias de los meses de noviembre y diciembre, concluyendo que la causa del retraso en la brotación se debió a las altas temperaturas y consecuentemente, que el efecto del enfriamiento en el cese del reposo puede, al menos parcialmente, ser revertido. Sin embargo, en las yemas vegetativas el efecto negativo de las altas temperaturas fue superado por las bajas temperaturas subsecuentes, (Weinberger, 1954, 1967a y 1967b).

En regiones con inviernos benignos como la Costa Hermosillo, donde la acumulación de frío al 31 de diciembre es de 253 a 357 Horas Frío Efectivas (HFE) en un año normal (Osorio *et al.*, 1997) y teniendo en cuenta que en otras regiones vitícolas la brotación y producción son mejores conforme se acumula una mayor cantidad de Horas Frío (HF), podemos estimar la magnitud del problema en años de poca acumulación de frío.

Osorio *et al.* (1993), encontraron que yemas del cultivar Flame Sedles brotaron adecuadamente con dosis de cianamida de hidrógeno desde 5 % y la poda temprana (14 de diciembre), sin embargo se tuvieron menos brotes con racimos. También hallaron que conforme se acumulaba mayor cantidad de frío por efecto de enfriamiento evaporativo, las dosis de 5 a 7.5 % de cianamida, presentaron mejor brotación y mayor número de racimos por brote. Sin embargo, dosis altas al final de la temporada de

acumulación de frío, podrían resultar en fitotoxicidad de las yemas, con el consiguiente decremento en la producción de racimos.

Otros estudios indican que la fecha de poda, aunada al enfriamiento evaporativo alteran el reposo y la brotación de las yemas primarias en vid Flame Seedless. (Osorio y Siller, 1994). Los mismos investigadores, hallaron que varetas de Flame Seedless y Perlette en ambiente controlado, son afectadas en su brotación si se les expone al aire con temperaturas de 20 a 25 °C por períodos de 4 días en caso de Perlette y por 2 días en la variedad Flame Seedless por ser ésta de mayor requerimiento de frío (Osorio y Siller 1993), obteniendo lo que tiempo atrás habían hallado en yemas de durazno, Bennett, en 1949 y confirmado Overcash y Campbell, en 1955 y Erez *et al.*, en 1979.

En Israel, en experimentos para aumentar el período de acumulación de frío mediante enfriamiento evaporativo, se logró un descenso de temperaturas de 14 °C en yemas expuestas directamente al sol y un descenso de 12 °C en yemas sombreadas, cuando la temperatura del aire fue de 22 °C (Nir *et al.*, 1988).

El rol de las poliaminas.

Las poliaminas son sustancias encontradas en todas las plantas estudiadas hasta hoy, relacionadas con el crecimiento, al intervenir principalmente en los procesos de división celular. Proviene de aminoácidos a través de la descarboxilación enzimática y sus mecanismos de acción están relacionados con la habilidad de acoplarse a los ácidos nucleicos y a los fosfolípidos. Su rápida síntesis en las células proliferantes y su translocabilidad, abonan en su favor para ser consideradas hormonas vegetales, (Bagni, 1986).

Entre las poliaminas más comúnmente halladas en las plantas y por consiguiente más estudiadas, están la diamina putrescina, la espermidina y la espermina. La síntesis de putrescina se puede dar a través de dos rutas bioquímicas. La primera ruta inicia con el aminoácido ornitina, el cual se descarboxila por acción de la enzima ornitina descarboxilasa (ODC) para dar putrescina; la segunda ruta inicia con el aminoácido arginina, el cual es descarboxilado por la enzima arginina descarboxilasa (ADC) para producir agmatina, el que a su vez, por acción de la enzima agmatina iminohidrolasa es

hidrolizada para dar N-carbamoilputrescina (NCP) y en subsecuentes pasos enzimáticos producir putrescina. La putrescina puede ser convertida, ya sea por la ruta de la ADC o la ODC en espermidina y espermina. (Evans y Malmberg, 1989 y Malmberg *et al.*, 1998). (Figura 1).

Un hecho importante es que la diamina putrescina produce espermidina y espermina usando el aminoácido s-adenosilmetionina (SAM), que es el mismo sustrato que puede metabolizarse para formar etileno. (Tiburcio *et al.*, 1990). Esto nos puede indicar que si se inhibe la síntesis de putrescina, se deja el SAM libre para ser usado en la formación de etileno.

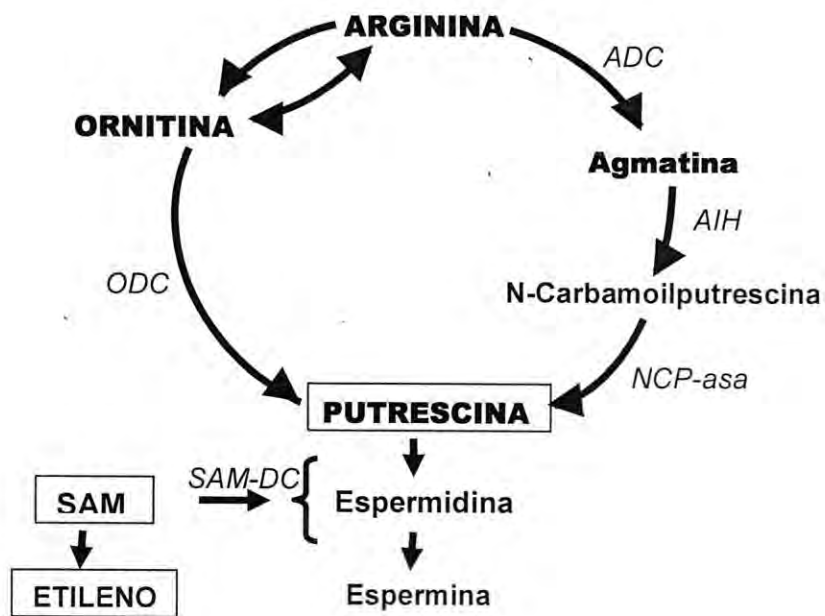


Figura 1. Esquema de las rutas bioquímicas de la formación de putrescina.

La contribución de las vías ODC y ADC para la síntesis de putrescina en las plantas superiores es objeto de controversia, y asegurar la contribución de cada vía a la producción de putrescina mediante estudios en los que se suministran ornitina y arginina, no pueden dar por sí solos respuestas definitivas, ya que dichos aminoácidos pueden interconvertirse mediante el ciclo de la ornitina; tampoco pueden dar respuestas inequívocas los estudios que correlacionan la actividad de una de las enzimas con un

Se sabe que a pH celular, las poliaminas, en la mayoría de los casos, aunque no en todos, están ionizadas y asociadas con macromoléculas aniónicas como DNA, RNA, fosfolípidos o ciertas proteínas. También se encuentran ligadas a ribosomas y pueden actuar como estabilizadoras de la estructura de doble hélice del DNA o interactuar con residuos de fósforo en las membranas celulares. (Galston y Kaur-Sawhney, 1990).

Se ha observado que plantas con deficiencia severa de potasio (K), presentan elevadas cantidades de putrescina, por lo que se cree que ésta actúa como un compuesto inducido por la planta como indicador de un estrés nutrimental de potasio. (Adams, 1990 y Richards y Coleman, 1952). Se ha considerado que las plantas activan un mecanismo de defensa ante el estrés, aumentando la biosíntesis de putrescina por un “golpe osmótico repentino” (Flores y Galston, 1982). También se le señala como un regulador del pH citoplásmico al aumentar sus concentraciones y bajar la acidez de las células, ocasionada por la deficiencia de K^+ y Mg^{2+} . (Smith y Sinclair, 1967 y Basso y Smith, 1974)

Estudios de Lawrence *et al.*, (1997), sugieren el uso de inhibidores de putrescina con el propósito de manipular los procesos internos que llevan al estrés inducido por poliaminas que aparentan una severa deficiencia de potasio (K). Bagni, (1966) halló una relación muy estrecha entre las cantidades de poliaminas y los procesos de entrada en actividad de bulbos de *Helianthus tuberosus*; asimismo, en soya se observó que se relacionaba fuertemente a las poliaminas durante la inducción de floración por el fotoperíodo. (Caffaro y Vicente, 1995).

Los niveles de poliaminas y la actividad de la enzima ADC cambian fuertemente durante el desarrollo del ovario y la maduración temprana del fruto del chícharo (*Pisum sativum*). (Pérez-Amador *et al.*, 1995).

Estudios de Smith, (1977), indican que la formación de poliaminas es esencial para uno o más procesos metabólicos relacionados con la brotación y el crecimiento de yemas. Señalan, además que α -difluorometilarginina (DFMA) es un inhibidor específico irreversible de la arginina descarboxilasa (ADC) una enzima clave en la conversión de arginina en putrescina y que DFMO es un inhibidor específico de la ornitina descarboxilasa (ODC), enzima encargada de descarboxilar al aminoácido ornitina para producir putrescina.

Kaur-Sawhney (1987), señala que DFMO inhibió significativamente la brotación de yemas de manzano, llevándolo a concluir que la enzima ODC juega un papel preponderante en el control de procesos relacionados con brotación y crecimiento de yemas. Resultados similares hallaron Shiow *et al.*, (1986), notando que existe una alta correlación entre niveles de DNA y poliaminas en tejidos de yemas de manzano al momento de la brotación. El efecto de inhibidores irreversibles, (también llamados “suicidas”), de las enzimas ADC y ODC, DFMA y DFMO, respectivamente, es ampliamente documentada. Kallio *et al.*, (1981), encontraron que la aplicación *in vitro* de DFMA inhibió la acción de ADC en un 90% a concentraciones de 10 μM ; también Metcalf *et al.*, (1978) hallaron que DFMA y DFMO inhibieron la síntesis de putrescina en células animales, al inhibir a las enzimas encargadas de su producción.

En papa, se ha reportado un rápido incremento en la síntesis de poliaminas durante el rompimiento de la dormancia, coincidiendo con una rápida división celular en los tejidos. (Kaur-Sawhney *et al.*, 1982). Incrementos similares en la cantidad de poliaminas es reportado por Costa y Bagni, (1983) y Costa *et al.*, (1984) mostrando que las poliaminas están relacionadas con el incremento en la formación de yemas florales y el amarre de fruto en manzano.

Robie y Minocha (1989), al cultivar zanahorias *in vitro*, encontraron que al inhibir la síntesis de poliaminas con aplicaciones de DFMA y DFMO, el desarrollo de los embriones se reducía; esta reducción del desarrollo cesaba cuando se adicionaba putrescina, espermidina o espermina junto con los inhibidores.

Otros estudios, han relacionado a las poliaminas con la proliferación de células que forman tumores en los tejidos de plantas, al encontrar grandes cantidades de putrescina y espermidina, pero no de espermina, (Bagni *et al.*, 1972). En tabaco se encontró que las plantas formaron amidas aromáticas de putrescina como respuesta a la infección por virus; la formación de dichos compuestos ayudó a las plantas, ya que inhibieron la multiplicación de las partículas virales. (Martin-Tanguy *et al.*, 1976, citado por Smith, 1980). Otros investigadores han llegado a la conclusión de que la acumulación de putrescina en tejidos de plantas actúa como un mecanismo de eliminación de la intoxicación por amonio (NH_4^+). (Slocum y Weinstein, 1990.)

Aún cuando las poliaminas juegan un importante papel en el desarrollo de la floración, además de requerirse en momentos cruciales del desarrollo y de que pueden formar parte de los procesos de regulación hormonal en el desarrollo del sexo de las plantas (Evans *et al.*, 1989), su consideración como reguladores del crecimiento, está fuertemente limitado por el hecho de que se requieren dosis 1,000 veces mayores que las requeridas de auxinas o citocininas para afectar procesos como el paso de una yema de su estado vegetativo al estado floral. (Young y Galston, 1983).

Con referencia a la senescencia, se sabe que las poliaminas tienen un efecto antisenescente en algunas plantas, pero los mecanismos moleculares mediante los cuales realizan esa función, son poco conocidos. (Tiburcio *et al.*, 1997)

Benavides (1998), opina que los daños que pueden producirse a nivel de membranas celulares ante ciertos factores de estrés, llevan a la senescencia prematura de las plantas, y que las poliaminas, postuladas como agentes antioxidantes, podrían actuar como atrapantes de las especies tóxicas del oxígeno, que se producen bajo dichas condiciones de estrés, protegiendo a las membranas del daño oxidativo.

Otros estudios indican una función de protección de las poliaminas ante el daño microsomal por peróxido a membranas de células animales. (Kitada *et al.*, 1979). Experimentos de Kramer *et al.*, (1989), pudieran indicar una posible actividad de protección de los lípidos de las membranas de las células por las poliaminas, al evitar la peroxidación en frutos almacenados en frío de calabaza Zucchini; estos frutos al ser sometidos a aplicaciones de poliaminas, soportaron mejor los daños por bajas temperaturas que los no tratados. Borrel *et al.*, (1997), hallaron que al inhibir la síntesis de putrescina se promovía la senescencia de los tejidos en hojas de avena, al bloquearse la generación de espermidina y espermina, y por lo tanto, de clorofila.

A pesar de su reconocida participación en numerosos procesos fisiológicos de las plantas, algunos fisiólogos aún tienen ciertas dudas para reconocer a las poliaminas como un nuevo grupo de reguladores del crecimiento de las plantas y esto se debe principalmente a que:

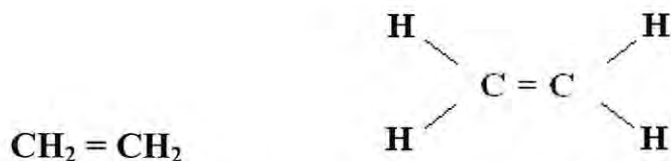
a) las poliaminas ejercen sus efectos a concentraciones mucho mayores que las fitohormonas conocidas y

b) su transporte a largas distancias en las plantas, es aún objeto de controversia. (Tiburcio *et al.*, 1993b)

El rol del etileno

El etileno, (C₂H₄), es una fitohormona que coordina y regula numerosos procesos del crecimiento y de la senescencia de las plantas. Su estructura química tan simple (es el alcano de doble ligadura más pequeño) y su naturaleza gaseosa, que le permite movimiento tanto intercelular como intracelular, le dan características especiales y únicas entre los reguladores del crecimiento, tanto en el reino animal como en el vegetal. La respuesta de las plantas al etileno es muy diversa; así podemos observar estímulo de algunos procesos biológicos, y por otro lado, también podemos ver inhibición de otros procesos. Por ejemplo, puede estimular la germinación de semillas; la ruptura de la latencia en semillas, bulbos y tubérculos; cierre del gancho plumular; crecimiento radial de tallos; floración en bromeliáceas; formación de flores femeninas; elongación de entrenudos en plantas acuáticas; cierre de estomas; epinastia de hojas; alteración del depósito de microfibrillas; enrollamiento de raíces y zarcillos; secreción de látex; en bajas concentraciones puede inducir elongación de raíces; formación de raíces adventicias y pelos radiculares; abscisión de flores, hojas y frutos; maduración de frutos; senescencia en general y respuesta al estrés. Por otro lado, puede inhibir: elongación celular; floración en algunas especies; fotosíntesis; movimiento de las hojas; en altas concentraciones inhibe el desarrollo de la raíz; el desarrollo del fruto; en algunas especies modula el geotropismo de la raíz y el tallo y puede propiciar la ruptura de la dominancia apical.

Su actividad biológica se produce a concentraciones tan pequeñas como 0.01 µl/l, sin embargo afecta un amplio espectro de procesos fisiológicos. (Tiburcio *et al.*, 1990).



Fórmula química semidesarrollada y desarrollada del etileno

La biosíntesis del etileno, en plantas superiores, ha quedado establecido, desde hace más de 25 años, que se da por la ruta del ácido 1-aminociclopropano-1-carboxílico (ACC), su precursor metabólico, (Adams y Yang, 1979), pero el primer paso de la síntesis se da con el aminoácido metionina, cuyos carbonos 3 y 4 sirven de sustratos para dar origen a la forma activada de metionina, la s-adenosilmetionina (SAM), por una reacción dependiente de energía. (Lieberman *et al.*, 1966). La segunda parte de la ruta, y primera reacción específica de la síntesis de etileno, es la formación de ACC catalizada por la enzima ACC sintasa. Finalmente el ACC se convierte en etileno, por acción de la enzima ACC oxidasa. (Yang y Hoffman, 1984).

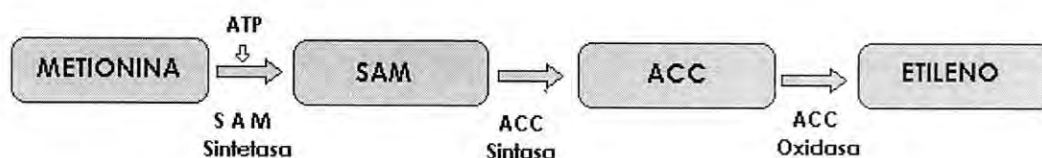


Figura 2. Ruta biosintética de la formación de etileno.

Debido a lo complejo del modo de acción del etileno, Burg y Burg, (1967) han establecido una serie de criterios estructurales para algunos hidrocarburos que presentan actividad biológica como la del etileno:

- a) sólo los compuestos insaturados inducen actividad y ésta es mayor cuando se tiene un doble enlace.
- b) el doble enlace debe ser adyacente a un carbón terminal.
- c) la actividad es inversamente proporcional al tamaño de la molécula.

Basados en estos mismos estudios, dichos investigadores propusieron que el receptor del etileno debía ser una metaloproteína que contiene Zn^{+} o Cu^{+} .

El etileno que es ampliamente conocido por su participación en la abscisión de órganos y en la promoción de la senescencia de tejidos vegetales, (Corzo, 1983; Angulo *et al.*, 1991), regionalmente se ha usado también en aplicaciones de invierno, para mejorar la brotación (Durazo *et al.*, 2004), es ahora señalado como posible participante en otros muchos procesos fisiológicos, incluido entre otros la inducción de sexo

femenino en flores (Little *et al.*, 2003) y la inhibición del crecimiento de las yemas. (Burg y Burg, 1964; Burg, 1968; Pratt y Goeschl, 1969; Lieberman, 1979).

Ethefón, es un producto sintético que genera etileno al entrar en contacto con los tejidos vegetales (Thompson, 1986). Hay algunos investigadores que creen que el etileno puede jugar algún rol en la terminación de la dormancia en plantas, pero esto requiere ser determinado. (Nooden y Weber, 1978). Debido a que el etileno puede imitar algunos de los efectos del ácido Abscísico (ABA) y a que algunos tratamientos con etileno causan cambios en la concentración de ABA, la acción en procesos donde también participa el ABA es difícil saber a cuál de los dos se debe o si se debe a ambos. (Milborrow, 1974).

En muchos experimentos, tanto de campo como de laboratorio, se ha observado un incremento en las concentraciones de etileno en tejidos de muchas semillas durante la germinación, sobretodo en aquellas especies que entran en reposo. (Esashi y Leopold, 1969).

En experimentos de laboratorio, se ha observado en cultivos *in vitro*, que la adición de etileno exógeno, acelera la germinación de embriones extraídos de semillas de manzano estratificadas por 3 a 8 semanas; al mismo tiempo se observó que la inhibición de la germinación se dio acompañada por una disminución también de la concentración de etileno a nivel celular. (Kepczynski *et al.*, 1977).

Tinklin y Schwabe, (1970) observaron solamente un efecto limitado del vapor de etileno sobre la brotación de varetas en reposo de *Ribes nigrum* (L), comparado con el efecto de la iluminación y del ácido giberélico (GA).

En otros experimentos, el Ethefón no estimuló la brotación en plantas de té *in vivo*. (Zimmerman *et al.*, 1977) y en general no hubo efectos en árboles de manzana en los trópicos, lo mismo estando en macetas, que creciendo en el campo o en yemas aisladas cultivadas *in vitro* (Edwards, 1980). Paiva y Robitaille, 1978a), confirmaron que los compuestos liberadores de etileno fueron inefectivos cuando se aplicaron a brotes de manzana durante la dormancia y tampoco encontraron evidencia de algún rol del etileno en la brotación de yemas estimuladas por heridas o por aplicaciones de dinitro-o-cresol (DNOC). Durazo *et al.* (2004), observaron un incremento en la

brotación en yemas de vid 'Perlette' al aplicar Etefón en presenescencia de las plantas, sin embargo, la fructibilidad de las yemas se redujo también de manera significativa.

Lin y Powell, (1981) también concluyeron que el etileno probablemente no estaba involucrado en el mecanismo de salida de la dormancia de yemas de manzano, ya que la producción de etileno no se incrementó en yemas que fueron inducidas a brotar por la remoción de sus escamas.

El etileno tiene también compuestos antagonistas, que inhiben su acción en algunos tejidos, como es el caso de la plata (Ag^+), (Beyer, 1976) y el dióxido de carbono (CO_2), (Burg y Burg 1967); el primero, que actúa posiblemente bloqueando la unión del etileno con su receptor, es aplicado como tiosulfato de plata para retrasar senescencia en flores cortadas en estado sensible al etileno, y el segundo, que a altas concentraciones actúa como competidor directo, es un gas usado ampliamente en las "atmósferas controladas" durante el almacenamiento de frutas y hortalizas.

MATERIALES Y METODOS

Ubicación del área de estudio

El experimento inició el 15 de octubre del 2001, en las instalaciones del Campo Experimental Costa de Hermosillo, del Centro de Investigación Regional del Noroeste perteneciente al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, dependiente de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, localizado a los 30° de latitud norte y 111° de longitud oeste, en un viñedo plantado con vid variedad 'Perlette' de 21 años de edad, bajo sistema de conducción en espalderas, con hileras orientadas de norte a sur, usando la mitad de un lote experimental de 2500 m² para instalar el enfriamiento evaporativo.

Trabajo de campo

Desde el inicio del experimento se aplicó el enfriamiento evaporativo y el día 22 de octubre (60 días antes de la poda), se aplicaron ocho tratamientos de productos promotores de la senescencia, tanto en el área de enfriamiento como en aquella sin enfriamiento. El sistema para enfriamiento evaporativo consistió de aspersores con gasto de 35 galones (132.47 litros) por hora, colocados en la parte superior central de las plantas, para lograr un buen cubrimiento de la aspersión de agua.

El lote con enfriamiento evaporativo consistió de 1,250 m² con aspersión de agua por 4 minutos cada hora, de las 10:00 a las 18:00 horas. Se colocó un microaspersor por planta, con alcance radial de 1m, lo cual cubrió plenamente el dosel de las parras. El enfriamiento se aplicó hasta el día 22 de diciembre, día en que se efectuó la poda.

El diseño experimental fue bloques completos al azar, con tres repeticiones, considerando tres plantas como parcela útil.

Las variables medidas fueron: a) contenido de clorofila, en unidades SPAD, (que son unidades de cantidad de luz registrada directamente de las hojas por un instrumento electrónico, por lo que esta es una medición indirecta de la clorofila), en tres fechas de muestreo (5 de noviembre, 26 de noviembre y 19 de diciembre); b) porcentaje de

brotación en dos fechas de muestreo (inicial y final); c) porcentaje de caída de hojas y d) número de racimos por planta. Se obtuvieron los registros de las temperaturas máximas y mínimas en ° C y el % de humedad relativa.

Para la medición de la cantidad de clorofila se utilizó un SPAD modelo 502, que es un aparato electrónico que mide la cantidad de luz reflejada de los materiales (hojas) de una específica longitud de onda, convirtiendo luego esta cantidad a otra cantidad numérica, lo que nos indica que tal medición de la clorofila, es de manera indirecta. Estos instrumentos han sido utilizados con éxito para hacer mediciones de contenido de clorofila y nutrimentos, especialmente nitrógeno, en cualquier estado fenológico de las plantas. (Nielsen *et al.*, 1996)

El porcentaje de brotación se obtuvo, contando las yemas con hojas visibles a simple vista al inicio de la brotación (19 de febrero) y al final (12 de marzo) divididas por el número total de yemas de los brotes muestreados y multiplicadas por 100.

El porcentaje de caída de hojas se midió, restando del total original, el número de hojas que aún pendían de las ramas de las parras de cada tratamiento en la fecha de muestreo del 19 de diciembre, dividido por el número total original antes de la aplicación de los productos y multiplicado por 100. El número de racimos por planta, se midió contando el número de ellos en cada planta.

Las mediciones de temperaturas y las humedades relativas dentro del lote experimental se llevaron a cabo con 2 (dos) aparatos HOBO modelo HO8-004-02, que son instrumentos que miden en forma automática temperatura, humedad relativa y luz, para luego ser obtenidos los registros por medio de una computadora en forma digitalizada. Estos registradores, fueron instalados dentro del dosel de dos plantas previamente seleccionadas, una en la parte media del lote con enfriamiento y otra en el lote sin enfriamiento.

Las lecturas, tanto de temperaturas como de humedades relativas se tomaron desde el día 16 de octubre hasta el 14 de noviembre, período en la etapa de la paradormancia en el que aún se pueden presentar altas temperaturas esta región agrícola.

Trabajo de gabinete

El trabajo de gabinete consistió en la planeación de los trabajos, elaboración de hojas para el registro de mediciones, el ordenamiento de los datos de campo y la obtención de los porcentajes y medias de tratamientos con calculadora sencilla, además de los cálculos del análisis estadístico de las mediciones obtenidas en campo y de los datos de los tratamientos aplicados.

Tratamientos aplicados

Los productos inhibidores de la síntesis de putrescina utilizados en el experimento fueron, α -difluorometilarginina (DFMA), que es un inhibidor específico e irreversible de la acción de la enzima arginina descarboxilasa (ADC), esencial para la producción de putrescina por la ruta de la arginina, en dosis de 0.01 M; α -difluorometilornitina (DFMO), en dosis de 0.01M, inhibidor de la acción de la enzima ornitina descarboxilasa (ODC), que descarboxila a la ornitina para producir agmatina y en pasos subsecuentes, produce putrescina.

Se usó también el Etefón, que es un producto que genera etileno al contacto con los tejidos vegetales, para promover la senescencia foliar, acondicionar las yemas para la próxima brotación y para promover la caída del follaje.

Los tratamientos con sus dosis aplicados fueron los siguientes:

No.	TRATAMIENTO Y DOSIS	ABREVIATURA
1	Etefón 2000 ppm	Eth
2	DFMO 0.01 M	DFMO
3	DFMO 0.01 M + Etefón 2000 ppm	DFMO+Eth
4	DFMA 0.01 M	DFMA
5	DFMA 0.01 M + Etefón 2000 ppm	DFMA+Eth
6	DFMO 0.01 M + DFMA 0.01 M	DFMO+DFMA
7	DFMO 0.01 M + DFMA 0.01 M + Etefón 2000 ppm	DFMO+DFMA+Eth
8	Testigo	Testigo

Los tratamientos con DFMA, DFMO y Etefón, así como sus combinaciones, fueron aplicados tanto en el bloque con Enfriamiento como en aquel sin Enfriamiento Evaporativo

Hipótesis

Hipótesis General

Las aplicaciones de Etefón, DFMO, DFMA y sus combinaciones y el Enfriamiento Evaporativo mejoran la brotación y la producción de racimos de la vid.

Hipótesis específicas

- 1) La aplicación de Etefón induce senescencia anticipada del follaje de las vides.
- 2) La aplicación de DFMA y DFMO, producen senescencia anticipada, al igual que lo hace la aplicación de Etefón.
- 3) El Enfriamiento Evaporativo reduce la temperatura en el dosel de la planta y permite una mayor acumulación de unidades frío.

Hipótesis estadística

Ha: La aplicación de Etefón, DFMA, DFMO y Enfriamiento Evaporativo, mejoran la brotación y producción de racimos, respecto al testigo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Efectos generales

Los datos obtenidos en este estudio, indican que los inhibidores de la síntesis de putrescina aplicados juntos o por separado, a las plantas de vid en los lotes con y sin Enfriamiento Evaporativo, no aceleraron la senescencia de las hojas, sin embargo cuando se aplicaron en combinación con Etefón, la senescencia de las hojas fue manifiesta por menor contenido de clorofila, probablemente debido al mayor efecto del Etefón, el cual manifestó desde el primer muestreo, un contenido de clorofila estadísticamente menor que aquellos donde Etefón no participó y por lo tanto, esto nos indica, una relación más estrecha, de este producto con la senescencia del follaje. Lo anterior concuerda con lo encontrado en otros estudios en los que se ha usado etileno con estos propósitos. (Burg, 1968). Las plantas aplicadas con Etefón solo y las tratadas con mezcla de los dos inhibidores de Putrescina y Etefón no mostraron diferencia significativa (Cuadro 1).

Cuadro 1. Efecto de los inhibidores de la síntesis de putrescina DFMA y DFMO y Etefón sobre el contenido de clorofila, (medido en unidades SPAD), en hojas de vid 'Perlette'. Diciembre 2001.

TRATAMIENTO	MUESTREO 5 DE NOV	MUESTREO 26 DE NOV	MUESTREO 19 DE DIC
1.- Eth	24.29 b	21.54 b	16.18 b
2.- DFMO	33.00 a	28.59 a	24.77 a
3.- DFMO + Eth	23.11 c	19.92 b	16.17 b
4.- DFMA	30.64 a b	29.43 a	23.54 a
5.- DFMA + Eth	22.58 c	17.99 b	14.28 b
6.- DFMO + DFMA	33.68 a	30.46 a	24.04 a
7.- DFMO + DFMA + Eth	20.26 c	18.16 b	14.08 b
8.- Testigo	37.06 a	28.83 a	28.30 a
DMS	6.91	6.98	6.09
C.V. (%)	24.87	29.44	31.04

Pruebas según Tukey $p \leq 0.05$

El análisis estadístico de los tratamientos para senescencia en el lote con Enfriamiento Evaporativo, arrojó diferencia significativa entre ellos, ya que se presentó un efecto en acelerar la senescencia con la aplicación de Etefón, DFMO + Etefón,

DFMA + Ethefón y DFMO + DFMA + Ethefón. En estos tratamientos el contenido de clorofila fue de 15.45 a 15.96 unidades SPAD, mientras que el testigo presentó 31.66 unidades, lo cual implica una doble concentración de clorofila en la hoja; algo similar sucedió con estos tratamientos en la defoliación, donde se obtuvo de 41.1 a 63.3% de caída de hojas, mientras que en el testigo se observó un 9.5% de defoliación. Se presentó una alta correlación negativa ($r = -0.9363$) entre el contenido de clorofila y la defoliación, en el lote con Enfriamiento Evaporativo. En el caso del lote sin Enfriamiento Evaporativo, no se encontró diferencia significativa entre tratamientos en relación a la concentración de clorofila, pero la defoliación obtenida fue mayor (95%) con la aplicación de DFMA + Ethefón y DFMA + DFMO + Ethefón y la correlación entre contenido de clorofila y defoliación, fue alta y negativa ($r = -0.9018$). (cuadro2). Las gráficas de correlación entre estas variables, se presentan en el apéndice.

Cuadro 2. Efecto de los inhibidores de la síntesis de putrescina DFMA y DFMO y Ethefón en el contenido de clorofila (unidades SPAD) y % de defoliación con Enfriamiento Evaporativo (CEE) y sin Enfriamiento Evaporativo (SEE) en vid 'Perlette', en el muestreo del 19 de diciembre 2001.

TRATAMIENTOS	C E E		S E E	
	Clorofila (SPAD)	Defoliación %	Clorofila (SPAD)	Defoliación %
1.- Eth	15.97 b	41.1 b	16.50 a	79.2 a
2.- DFMO	28.00 a	09.5 c	19.93 a	15.8 c
3.- DFMO + Eth	15.96 b	63.3 a	16.47 a	47.5 b
4.- DFMA	25.77 a	09.5 c	20.18 a	31.6 b c
5.- DFMA + Eth	15.63 b	53.8 ab	12.26 a	95.0 a
6.- DFMO + DFMA	24.15 a b	22.2 c	23.88 a	31.6 b c
7.- DFMO + DFMA + Eth	15.45 b	53.8 ab	12.02 a	95.0 a
8.- Testigo	31.66 a	09.5 c	23.26 a	15.8 c
DMS	9.16	13.90	10.43	20.54
C.V. (%)	29.48	26.45	31.98	24.95

Pruebas según Tukey $p \leq 0.05$

La brotación inicial y final de las plantas aplicadas con los diferentes tratamientos para senescencia fueron medidas como promedios de los lotes con enfriamiento y sin enfriamiento.

Los datos muestran que la brotación inicial, fue mejor con el tratamiento DFMO + Ethefón, el cual difirió significativamente del testigo, donde la brotación fue menor.

Se muestra además, que existe una tendencia a mejorar la brotación inicial con la aplicación de Ethefón y los demás tratamientos mezclados con este producto.

El tratamiento DFMO + Ethefón fue el que presentó mayor brotación final respecto al testigo y mayor número de racimos por planta, respecto al tratamiento con DFMO solo, pero no difirió significativamente respecto del Testigo ni del resto de los tratamientos.

Se observó una tendencia a reducir la brotación y la producción de racimos con la aplicación de DFMO y DFMA solos, aunque la combinación de ambos productos no afectó esta variable. (Cuadro 3).

Cuadro 3. Efecto de los inhibidores de la síntesis de putrescina DFMA y DFMO y Ethefón sobre la brotación inicial y final y el número de racimos por planta de la vid 'Perlette'. Diciembre de 2001.

TRATAMIENTOS	Brotación	Brotación	Número de
	Inicial	Final	Racimos
1.- Eth	17.6 a b	41.2 a b	28.8 a b
2.- DFMO	06.8 b	33.6 b	24.0 b
3.- DFMO + Eth	27.6 a	56.2 a	47.6 a
4.- DFMA	05.8 b	46.4 a b	31.4 a b
5.- DFMA + Eth	16.6 a b	35.4 b	38.6 a b
6.- DFMO + DFMA	14.2 a b	48.4 a b	41.8 a b
7.- DFMO + DFMA + Eth	16.4 a b	44.6 a b	36.8 a b
8.- Testigo	14.6 a b	35.8 b	27.2 a b
DMS	19.4	16.4	21.2
C.V. (%)	63.1	18.7	29.8

Pruebas según Tukey $p \leq 0.05$

Efectos del enfriamiento evaporativo

El Enfriamiento Evaporativo afectó la brotación inicial, al registrarse un 17.5% de yemas brotadas, comparado con las vides sin Enfriamiento Evaporativo donde la brotación inicial fue de sólo 11.1%. Este efecto se fue diluyendo con el transcurso de la temporada y al final del período, la brotación fue de 43 y 42.2% en los lotes con y sin Enfriamiento Evaporativo respectivamente, la cual no es una diferencia estadísticamente significativa.

Tampoco el número de racimos fue estadísticamente diferente entre los tratamientos con y sin enfriamiento evaporativo, sin embargo, se dio el efecto positivo del adelanto en la brotación, lo cual podría propiciar que se tuvieran racimos que madurarían más temprano, lo que a su vez adelantaría el primer corte de la cosecha y obtendrían mejor precio en el mercado de exportación, sin embargo esta variable no se obtuvo en este trabajo. (Cuadro 4).

Cuadro 4. Efecto del Enfriamiento Evaporativo sobre la brotación y el número de racimos por planta en la vid 'Perlette'. Diciembre de 2001.

TRATAMIENTO	Brotación Inicial	Brotación Final	Número de Racimos
CEE	17.5 a	43.0 a	36.4 a
SEE	11.1 b	42.2 a	31.6 a
DMS	6.2	5.2	6.8
C.V. (%)	63.1	18.7	29.8

Pruebas según Tukey $p \leq 0.05$

En el caso del contenido de clorofila, las vides del lote con Enfriamiento Evaporativo mostraron mayor cantidad que aquellas del lote sin Enfriamiento Evaporativo, aunque la diferencia no fue significativa. (Cuadro 5).

Aquí es necesario precisar, que quizá la gota emitida por los aspersores utilizados en este estudio, fue de un tamaño no adecuado, ya que sólo debió humedecer el follaje de las parras para bajar su temperatura, sin embargo, fue tal la humedad que produjo el Enfriamiento Evaporativo, que mantuvo condiciones adecuadas para el funcionamiento de las raíces de las plantas, retrasando la senescencia del follaje durante la paradormancia, lo que provocó menor pérdida de clorofila, y en consecuencia menos defoliación.

La defoliación obtenida en el lote sin Enfriamiento Evaporativo, sí fue estadísticamente significativa, también posiblemente debido, a que las plantas se mantuvieron en un estado de mayor estrés por falta de agua, lo que adelantó la senescencia, provocando una mayor caída del follaje.

Cuadro 5. Efecto del Enfriamiento Evaporativo sobre el contenido de Clorofila (SPAD) y el % de defoliación en vid 'Perlette'. 19 de diciembre 2001.

TRATAMIENTO	Clorofila (unidades SPAD)	Defoliación (%)
CEE	21.6 a	32.83 b
SEE	18.1 a	51.43 a
DMS	6.2	5.2
C.V. (%)	63.1	18.7

Pruebas según Tukey $p \leq 0.05$

Efectos del ethefón

Como ya se mostró en el cuadro 3, aunque la tendencia, en forma general, fue mejorar la brotación con las aplicación de Ethefón, no se observó diferencia significativa entre las aplicaciones con este producto y el Testigo en lo correspondiente a brotación inicial y final de las plantas bajo enfriamiento o sin él; de hecho no hubo diferencias entre los tratamientos en los que participó Ethefón solo o en mezclas con los inhibidores de la

síntesis de putrescina y el testigo; tampoco hubo diferencia significativa con el resto de los tratamientos.

Cuadro 6. Efecto de Ethefón sobre la brotación de la vid 'Perlette'

TRATAMIENTO	Brotación Inicial	Brotación Final
Ethefón	17.6 a	41.2 a
Testigo	14.6 a	35.8 a
DMS	19.4	16.4
CV(%)	63.1	18.7

Pruebas según Tukey $p \leq 0.05$

Con respecto al contenido de clorofila, el Ethefón aplicado solo, tuvo un desempeño significativamente superior al Testigo en el lote con Enfriamiento Evaporativo, sin embargo, en el lote sin Enfriamiento, aunque la tendencia fue la misma, la diferencia no fue significativa.

Cuadro 7. Efecto de Ethefón y Enfriamiento Evaporativo sobre el contenido de clorofila y la defoliación en vid 'Perlette'. Diciembre 2001.

TRATAMIENTO	Contenido de Clorofila		% de Defoliación	
	CEE	SEE	CEE	SEE
Ethefón	15.97 b	16.50 a	41.10 a	79.2 a
Testigo	31.66 a	23.26 a	09.50 b	15.8 b
DMS	9.16	10.43	13.90	20.54
CV(%)	29.48	31.98	26.45	24.95

Pruebas según Tukey $p \leq 0.05$

En el caso de la defoliación, la aplicación de Etefón, superó significativamente al Testigo tanto en el lote con enfriamiento como sin enfriamiento. En general, se pudo observar desde el inicio una fuerte tendencia de Etefón a producir mayor senescencia del follaje, tanto en el área con enfriamiento evaporativo como en aquella sin enfriamiento, al presentar las plantas aplicadas un menor contenido de clorofila y una mayor defoliación. (Cuadro 7).

Aún cuando el efecto de Etefón combinado con cada uno de los inhibidores de la síntesis de putrescina y con ambos a la vez, tuvo una tendencia a mejorar la cantidad de racimos por planta, el efecto de Etefón solo sobre esta variable no fue estadísticamente diferente del Testigo. (Cuadro 8)

Cuadro 8. Efecto de Etefón sobre el número de racimos por planta en vid 'Perlette'. Diciembre 2001.

TRATAMIENTOS	No. de Racimos por Planta
Etefón	28.8 a
Testigo	27.2 a
DMS	21.2
CV(%)	29.8

Pruebas según Tukey $p \leq 0.05$

Con el propósito de poner de relieve el efecto de Etefón, sobre el contenido de clorofila y la defoliación de las vides, se presentan los promedios de ambos lotes (con y sin enfriamiento) de los tratamientos que contenían Etefón, comparados con aquellos que contenían los inhibidores de la síntesis de putrescina solos y la combinación de ellos con el Testigo sin aplicación. Se observó una influencia muy fuerte de Etefón en adelantar la senescencia del follaje, tanto solo como en combinación con los inhibidores de síntesis de putrescina. (Cuadro 9)

Cuadro 9. Efecto de los tratamientos con Etefón y sin Etefón sobre el contenido de clorofila (unidades SPAD) y el % defoliación, con enfriamiento evaporativo (CEE) y sin enfriamiento evaporativo (SEE), en la vid 'Perlette'. Diciembre de 2001.

TRATAMIENTO	C E E		S E E	
	CLOROFILA en Unidades SPAD	DEFOLIACIÓN (%)	CLOROFILA en Unidades SPAD	DEFOLIACIÓN (%)
Con Etefón	15.75 b	53.00 a	14.31 a	79.18 a
Sin Etefón	27.40 a	12.68 b	21.81 a	23.70 b
DMS	9.16	13.9	10.43	20.54
C.V. (%)	29.48	26.45	31.98	24.95

Pruebas según Tukey $p \leq 0.05$

El sistema de Enfriamiento Evaporativo, en las condiciones bajo las cuales se instaló en este trabajo, logró bajar la temperatura mínima del dosel de las plantas entre 0 y 3 ° C (Figura 3.

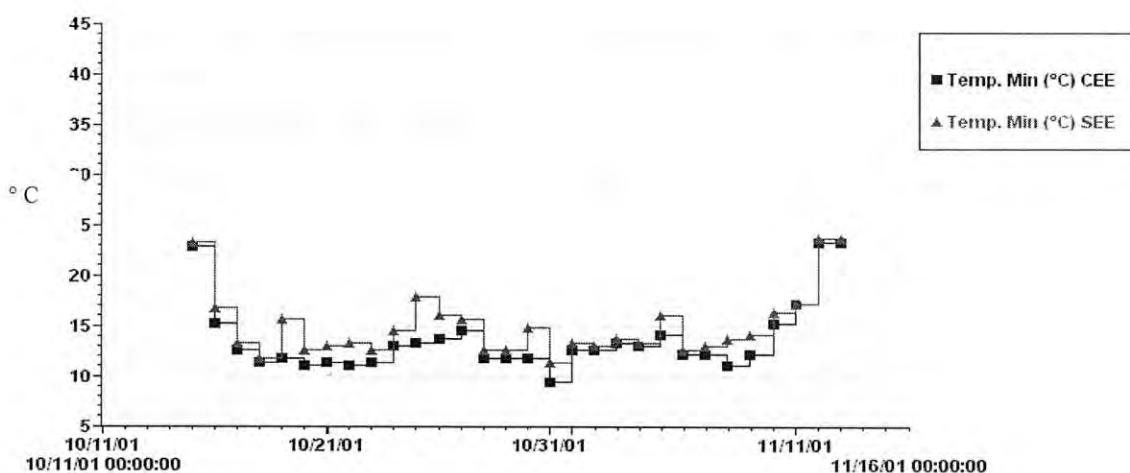


Figura 3. Temperatura mínima diaria a partir del 16 de octubre al 14 de noviembre. Con Enfriamiento Evaporativo (CEE) y sin Enfriamiento Evaporativo (SEE), en el lote experimental de vid 'Perlette'

La temperatura máxima, que para este caso es más determinante en la acumulación o negación de frío, se pudo reducir entre 2 y 6 ° C (Figura 4);

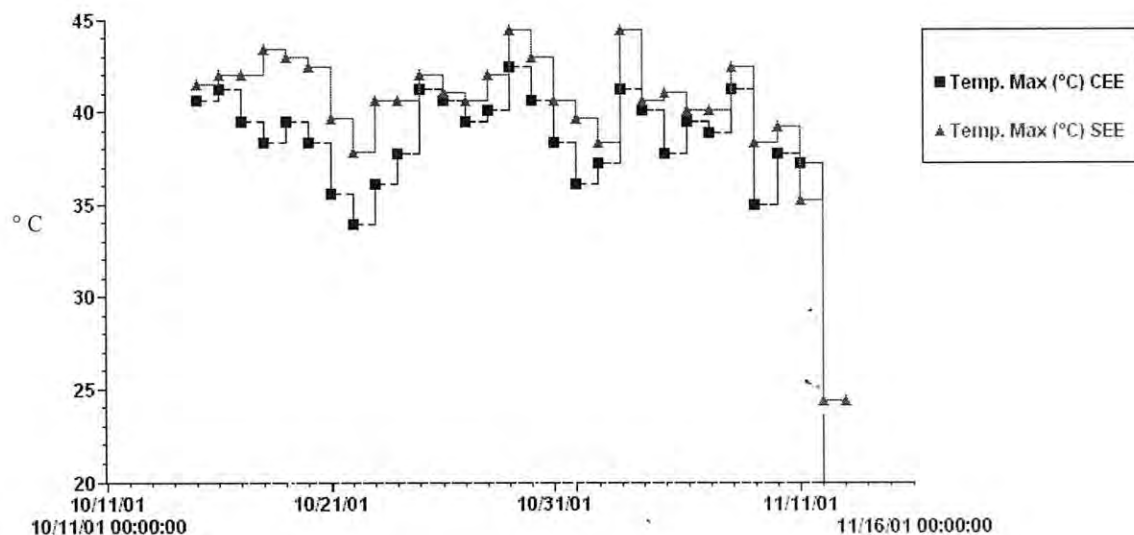


Figura 4. Temperatura máxima diaria a partir del 16 de octubre al 14 de noviembre, con Enfriamiento Evaporativo (CEE) y sin Enfriamiento Evaporativo (SEE), en el lote experimental de vid 'Perlette'.

La temperatura media se logró reducir en 3 ° C (Figura 5).

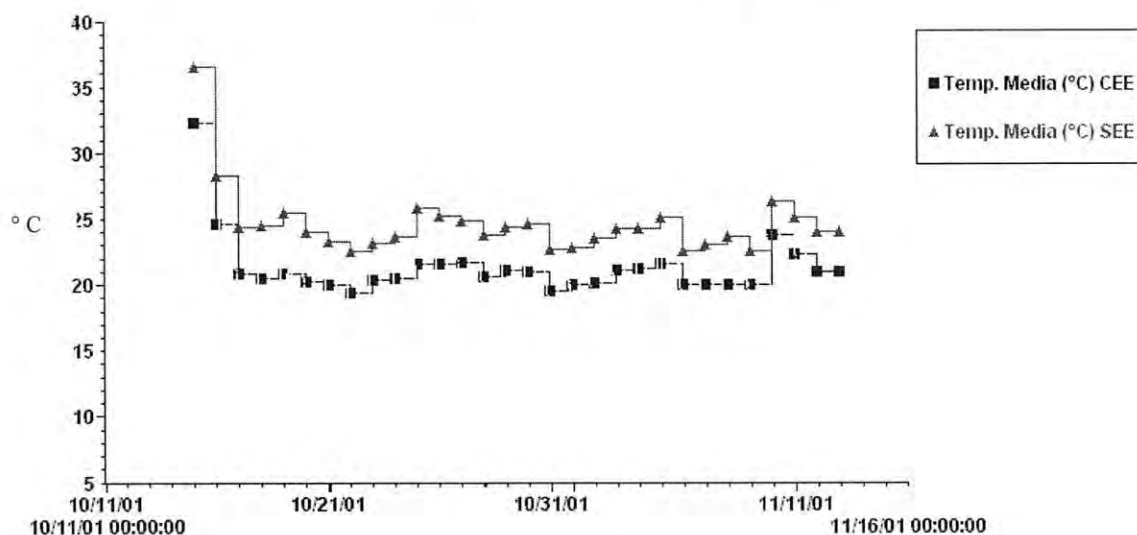


Figura 5. Temperatura media diaria a partir del 16 de octubre hasta el 14 de noviembre de 2001, con Enfriamiento Evaporativo (CEE) y sin Enfriamiento Evaporativo (SEE), en el lote experimental de vid 'Perlette'.

Estas condiciones de menores temperaturas del follaje, muy probablemente produjeron un efecto positivo de mejorar la brotación inicial y en consecuencia, adelantar el primer corte de racimos, aunque esta variable no se midió.

Por otro lado, la acumulación de humedad en el área de la raíz, debida, posiblemente, al grosor de la gota de los emisores usados para el enfriamiento, retrasó la senescencia de las hojas y la dormancia de las plantas, sobreponiéndose al efecto positivo de bajar la temperatura en 3 ° C.

Las gráficas de temperaturas corresponden al período del 16 de octubre al 14 de noviembre, lapso que se consideró más importante para la negación de frío, o bien para el aumento del período de acumulación, ya que en esas fechas, aún se pueden presentar altas temperaturas en la región agrícola de la Costa de Hermosillo.

La humedad relativa del viñedo fue incrementada por el enfriamiento evaporativo de 30 a 50 %, como se puede apreciar en la Figura 6.

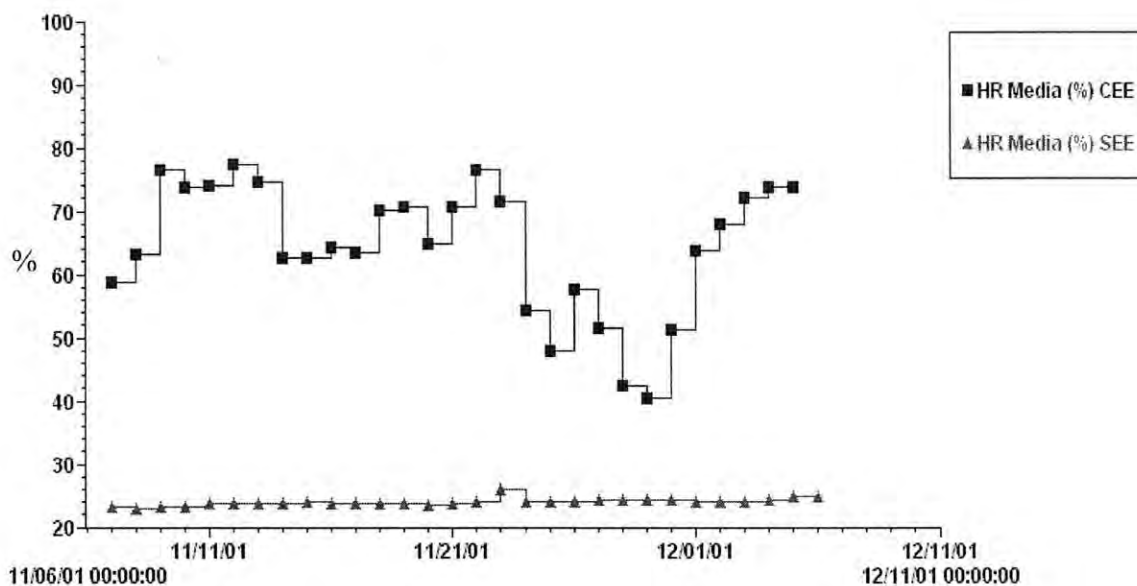


Figura 6. Humedad media diaria a partir del 16 de octubre al 14 de noviembre, con Enfriamiento Evaporativo (CEE) y sin Enfriamiento Evaporativo (SEE), en el lote experimental de vid 'Perlette'.

CONCLUSIONES

1. El Etefón indujo mayor brotación, aunque no de manera significativa, y también aumentó la producción de racimos.
2. Los inhibidores de la síntesis de Putrescina (DFMO y DFMA), aplicados por separado, mostraron una tendencia a reducir la brotación y la producción de racimos, mientras que aplicados juntos, no afectaron estas variables.
3. Los inhibidores de síntesis de Putrescina (DFMA y DFMO), aplicados en dosis de 0.01 M, no afectaron la senescencia foliar en vid, mientras que el Etefón 2000 ppm sí aumentó la senescencia.
4. El Enfriamiento Evaporativo, incrementó la brotación inicial, pero no afectó la brotación final ni la producción de racimos por planta.
5. En el lote con Enfriamiento Evaporativo se encontró efecto en acelerar la senescencia con la aplicación de Etefón, DFMO + Etefón, DFMA + Etefón y DFMO + DFMA + Etefón.
6. En el lote sin Enfriamiento Evaporativo no se encontró diferencia significativa entre tratamientos en relación al contenido de clorofila.
7. El contenido de clorofila fue mayor en el lote con Enfriamiento Evaporativo y la caída de hojas fue menor que en el lote sin Enfriamiento.
8. La humedad generada en el área de la raíz de las plantas por el Enfriamiento Evaporativo, retrasó la senescencia foliar, sobreponiéndose al efecto positivo de bajar la temperatura en 3 grados centígrados.

LITERATURA CITADA

- Adams, D.O. 1990. Elevated putrescine levels in grapevines leaves that display symptoms of potassium deficiency. *Am. J. Enol. Vitic.* 41:121-125.
- Adams, D.O. and S.F. Yang. 1979. Ethylene biosynthesis: identification of 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid as an intermediate in the conversion of methionine to ethylene. *Proceedings of the National Academy of Science, USA.* 76:170-174.
- Angulo, M. M., J.A. Márquez, C., M. Jiménez L., y A. Raya S.-1991. Uva para mesa de invierno en la Costa de Hermosillo. SARH-INIFAP-CIFAPSON-CECH. Folleto Técnico No. 7. 21 p.
- Bagni, N.1986. The function and metabolism of polyamines. In:Acta Horticulturae 179, Growth Regulators.
- Bagni, N., D. Serafini-Fracassini, and E. Corsini. 1972. Tumour of *Scarzonera hispanica*; their polyamine content.*Z. Pflanzenphysiol.* 67:19-23.
- Basso, L.C. and T.A. Smith.1974. The effect of mineral deficiency on amino formation of higher plants. *Phytochemistry* 13:875-883.
- Benavides, M.P. 1998. Poliaminas y su relación con el estrés en vegetales. Su posible Rol Antioxidante. *In: Programación Científica 1998-2000. Cátedra de Química Biológica Vegetal. Departamento de Química Biológica. Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad de Buenos Aires.*
- Bennett, J. P. 1949. Temperatures and bud rest period. *Calif. Agr.* 3(11):9-12.
- Beyer, E. M. 1976. A potent inhibitor of ethylene action in plants. *Plant Physiology,* 58:268-271.
- Borrel, A., L. Carbonell, R. Farras, P. Puig-Parellada, and A. F. Tiburcio. 1997. Polyamines inhibit lipid peroxidation in senescing oat leaves. *Phisiol. Plant.* 99:385-390.
- Burg, S.P. and E.A. Burg. 1967. Molecular requirements for the biological activity of ethylene. *Plant Physilogy,* 42:144-152
- Burg, S. P. 1968. Ethylene, plant senescence and abscission. *Plant Physiology,* 43:1503-1511.
- Burg, S.P. and E.A. Burg. 1968. Ethylene formation in pea seedlings: its relation to the inhibition of bud growth caused by indole-3-acetic acid. *Plant Physiol.* 43:1069-1074.

- Caffaro, S. And C. Vicente. 1995. Early changes in the content of leaf polyamines during the photoperiodic flowering induction in soybean. *J. Plant Physiol.* 145: 756-758.
- Corzo, C.P. 1983. In *Uvas: Regulación del crecimiento*. FUSAGRI-CORPUZULIA, Caracas Venezuela. P. 43-48.
- Costa, G. and Bagni, N. 1983. Effect of polyamines in fruit-set of apple. *Hort. Science* 18:59-61.
- Costa, G., Baraldi, R., and Bagni, N. 1984. Influence of putresine in fruit-set of apple (Cv. "Ruby Spur"). *Acta Horticulturae.* 149:189-191.
- Diaz M., D.H., y G. Osorio. 1992. Uso de cianamida para la regulación de brotación en vid. Folleto Técnico No. 9. CIRNO-INIFAP-SARH.
- Durazo A., R.L., J.A. Márquez C. y J.H. Núñez M. 2004. Efecto de los fosfatos y el ethefón sobre la calidad de la brotación del Cv. Perlette de vid de mesa. *In: Memorias de Resúmenes. XX Congreso Nacional de Fitogenética.* XXR 441 p. 278.
- Edwards, G.R. 1980. Some physiological limitation to the culture of apple in the tropics. Paper presented at Symp. Current problems of fruits and vegetables in the tropics, Los Baños, Calif. USA.
- Erez, A. 1987. Chemical control of budbreak. *HortScience* 22:1240-1243.
- Erez, A. and G.A. Couvillon. 1983. Evaporative cooling to improve rest breaking of nectarine buds by counteracting high daytime temperatures. *HortScience* 18:480-481.
- Erez, A., G.A. Couvillon, and C.H. Hendershott. 1979. Quantitative chilling enhancement and negation of peach buds by high temperatures in a daily cycle. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 104:536-540.
- Esashi, Y and A.C: Leopold. 1969. Dormancy in subterranean clover seeds by ethylene. *Plant Physiol.* 44:1470-1472.
- Evans, R.G., M.W. Krooger, and M.O. Mahan. 1993. Evaporative cooling of apples by overtree sprinkling. *Amer. Soc. Agr. Eng. Paper* 932060.
- Evans, P.T. and R.L. Malmberg 1989. Do Polyamines Have roles in plant development?. *Annual Review of plant Physiology and Plant Molecular Biology.* 40:235-269.

- Flores, H.E. and A.W. Galston. 1982. Polyamines and plant stress: Activation of Putrescine Biosynthesis by Osmotic Shock. *Science* 217:1259-1261.
- Fuchigami, L.H. and C.C. Nee. 1987. Degree growth stage model and rest breaking mechanism in temperate woody perennials. *HortScience* 22:836-845.
- Galston, A.W. and R. Kaur-Sawhney. 1990. Polyamines in plant physiology. *Plant Physiol.* 94:406-410.
- George, A.P., R.J. Nissen, and J.A. Baker. 1988. Effects of hydrogen cyanamide in manipulating budburst and advancing fruit maturity of table grapes in southeastern Queensland, Australia. *J. Expt. Agr.* 28:533-538.
- Gilreath, R. and D.W. Buchanan. 1981. Floral and vegetative bud development of "Sungold" and "Sunlite" nectarine as influenced by evaporative cooling by overhead sprinkling during rest. *J. Amer. Soc. Hort. Sci* 106:321-324.
- González, V. F. J. 1993. Plagas de la Vid. *In: Producción Vitícola. Campo Experimental Costa de Hermosillo.-INIFAP.* P. 128-139.
- Jaime, G. R. 1993. Enfermedades de la Vid. *In: Producción Vitícola. Campo Experimental Costa de Hermosillo.-INIFAP.* P. 155-194.
- Juntilla, O. 1988. To be or not to be bud dormant; some comments on the new nomenclature. *Hort. Sci.* 23: 805-806.
- Kallio, A., P.P. McCann, and P. Bey. 1981. DL- α -(difluoromethyl)-arginine: a potent enzyme-activated irreversible inhibitor of bacterial arginine decarboxylases. *Biochem.* 20:3163-3166.
- Kaur-Sawhney, R., L.M. Shih, and A.W. Galstone. 1982. *Plant Physiology.* 69:351.
- Kepczynski, J., R.M. Rudnicki, and A.A. Khan. 1977. Ethylene requirement for germination of partly after-ripened apple embryo. *Physiol. Plant.* 40:292-295.
- Kitada, M., K. Igarashi, S. Hirose, and H. Kitagawa. 1979. Inhibition of Polyamines of Lipid Peroxide Formation on Rat Liver Microsomes. *Biochem. Biophys. Res. Commun.* 87:388-394.
- Kramer, G.F., C.Y. Wang, and W.S. Conway. 1989. Correlation of reduced Chilling Injury with Increased Spermine and Spermidine Levels in Zucchini Squash. *Physiol. Plant.* 76: 479-484.
- Lang, G.A., E.J. Early, G.C. Martin, and R.L. Darrell. 1987. Endo-, para-, and ecodormancy: Physiological terminology and classification for dormancy research. *HortScience.* 22:371- 377.

- Laurence, G., M. Broquedis, J. M-Tanguy, J. Soyer, and J. Bouard. 1997. Effect of potassium nutrition on polyamine content of various organs of fruiting cuttings of *Vitis vinifera* L. Cv. Cabernet Sauvignon. Am. J. Enol. Vitic., No. 1.
- Lieberman, M., A. Kunushi, L.W. Mapson, and D.A. Wardale. 1966. Stimulation of in ethylene production in apple tissue slice by methionine. Plant Physiol. 41:376-382.
- Lieberman, M. 1979. Biosynthesis and action of ethylene. Annu. Rev. Plant Physiol. 30: 533-591.
- Lin, C. And L.E. Powell. 1981. The effect of bud scale in dormancy of apple buds. HortScience 16:441
- Little, H., E. Papadopoulou, and R. Grumet. 2003. Enhanced endogenous ethylene production increases female sex expression and fruit development in transgenic melon (*Cucumis melo* L) Plants. Amer. Soc Hort. Sci. HortScience 38(5):710 (abs)
- Malmberg, R.L., M.B. Watson, G.L. Galloway, and W. Yu. 1998. Molecular genetic analysis of plant polyamines. Critical Review In Plant Sciences. 17:199-224.
- Márquez C. J. A., J.M. Robles P., A. Armenta C. y E. Valenzuela C. 2004. Diagnóstico de necesidades de investigación y transferencia de tecnología en la cadena vid de mesa. Libro técnico 1. SAGARPA-INIFAP-CIAD-FUNDACION PRODUCE SONORA A. C. p. 23.
- Martínez, D. G. 2001. Las malezas de sonora y su combate. Libro técnico 4. Campo Experimental Costa de Hermosillo-INIFAP. p. 140.
- Metcalf, B.W., P. Bey, C. Danzini, M.J. Jung, P. Casara, and J.P. Veveret. 1978. Catalytic irreversible inhibition of mammalian ornithine decarboxylase (EC 4.1.1.17) by substrate and product analogues. J. Am. Chem. Soc. 100: 2551-2553.
- Milborrow, B.V. 1974. The chemistry and physiology of abscisic acid. Annu. Rev. Plant Physiol. 25: 259-307.
- Nielsen, D., E.J. Hogue, G.H Nielsen, and P. Porchomchuk. 1996. Using SPAD-502 values to assess the Nitrogen Status of Apple Trees. J. Amer. Soc. Hort. Sci. HortScience 31:4
- Nir, G., Y. Klein, S. Lavee, G. Spieler, and U. Barak. 1988. Improving grapevine budbreak and yields by evaporative cooling. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 113(4): 512-517.

- Nooden, L.D. and J.A. Weber. 1978. Environmental and hormonal control of dormancy in terminal buds of plants. *In*: M.E. Clutter (ed.), *Dormancy and Developmental arrest*. Academic Press, New York.
- Osorio, A. G., D. Diaz. M. y J. Siller C. 1997. Regulación de la brotación en vid bajo condiciones del desierto de sonora. Folleto técnico 14. Campo Experimental Costa de Hermosillo-INIFAP.
- Osorio, A. G. And J. H. Siller C. 1993. Grado de dormancia en vid Perlette y Flame Seedless con enfriamiento evaporativo y cianamida hidrogenada. En: *Memorias V congreso Soc. Mex. Ciencias Hort.* p. 176.
- Osorio, A. G. And J. H. Siller C. 1994. Evaporative cooling an pruning date affect rest depth and break of primary buds in "Flame Seedless"-grapevines. 91st Congr. Amer. Soc. Hort. Sci. HortScience.
- Overcash, J.P., and J.A. Campbell. 1955. Daily warm periods and total chill-hour requirements to break the rest in peach twigs. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 66:87-92.
- Paiva, E. and H.A. Robitaille. 1978a. Breaking bud rest on detached apple shoots: effects of wounding and ethylene. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 13:101-104.
- Pérez-Amador, M.A., J. Carbonell, and A. Granell. 1995. Expression of arginine decarboxilase is induced during early fruit-development and in young tissues of *Pisum Sativum*. *Plant Mol. Biol.* 28:997-1009.
- Powell, L.E. 1988. The hormonal control of bud and seed dormancy in woody plants. *In*: Davies, P.J. (ed.): *Plant Hormones and their Role in Plant Growth and Development*. p. 539-552. Kluwer Academic Publisher.
- Pratt, H.R. and J.D. Goeschl. 1969. Physiological roles of ethylene in plants. *Annu. Rev. Plant Physiol.* 20: 541-584.
- Richards F.J. and R.G. Coleman. 1952. Occurrence of Putrescine of Potassium Deficient barley. *Nature.* 170:400-401.
- Robie, C.A., and S.C. Minocha. 1989. Poliamines and somatic embriogenesis in carrot. I. The effect of difluoromethylornitine and difluoromethylarginine. *Plant Science* 65:45-54.
- Shiow, Y.W., G.L. Steffens, and M. Faust. 1986. Breaking bud dormancy in apple with a plant bioregulator, Thidiazuron. *Phytochemistry* 25:2. p. 311-317.
- Siller-Cepeda, J.H., L.H. Fuchigami, and T.H.H. Chen. 1992. Hydrogen cyanamide-induced budbreak and phytotoxicity in 'Redhaven' Peach Buds. *HortScience.* 27(8):874-876.

- Slocum, R.D. and L.H. Weinstein, 1990. Stress-induced putrescine accumulation as a mechanism of ammonium detoxification in cereal leaves. *In*: H. E. Flores, R. N. Arteca and J. C. Shannon (eds.), Polyamines and Ethylene: Biochemistry, Physiology and interactions. Am. Soc. Plant Physiol. Rockville, MD. p. 157-165.
- Smith, T.A. and C. Sinclair. 1967. The effect of acid feeding on amine formation in barley. *Ann. Bot. (London)* 31:103-111.
- Smith, T.A. 1980. In EA Bell, Bv. Charlwood Eds. Secondary Metabolism. Enciclopedia of Plant Physiology. Nem Series Vol. 8. Springer-Vorleag, Berlin. p. 433-446.
- Thompson, W.T. 1986. Agricultural chemicals. III. Miscelaneous chemical. fumigants, growth regulators, and rodenticide. Thompson publications. Fresno, California, U.S.A. p. 55.
- Tiburcio, A.F., R. Kaur-Sawhney, and A.W. Galston. 1990a. Polyamine metabolism. *In*: The Biochemistry of Plants. B. J. Miflin, and P. J. Lea (eds.) Vol. 16. Academic Press, Inc. pp. 283-325.
- Tiburcio, A.F., J.L. Campos, X. Figueras, y R.T. Besford. 1993b. Recent advances in the understanding of polyamines function during plant development. *Plant Growth Regulation*. 12:331-340
- Tiburcio, A.F., T. Altabella, C. Masgrau, A. Cordeiro, M. Panicot, R. Farras, C. Bortolotti, A. Rafart, B. Grunnerberg y C. Koncz. 1997. Aproximaciones moleculares y genéticas para el estudio de las poliaminas durante la senescencia vegetal. *In*: Fisiología vegetal, Facultad de Farmacia, Universidad de Barcelona.
- Tinklin, I.G. and W.W. Schwabe. 1970. Lateral bud dormancy in the blackcurrant *Ribes nigrum*(L.). *Ann, Bot.* 34: 691-707.
- Weinberger, J.H. 1954. Efecto of high temperatures during the breaking of the rest of Sullivan Elberta peach buds. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 63:157-162.
- Weinberger, J.H. 1967a. Studies on flower bud drop in peaches. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 91:78-83.
- Weinberger, J.H. 1967b. Some temperature relations in natural breaking of the rest of peach flower buds in the San Joaquin Valley, California. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 91:84-89.
- Westwood, M.N. and H.O. Bjornstad. 1978. Winter rainfall reduces rest period of apple and pear. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 142-144.

- Wood, B.W. 1993. Hydrogen cyanamide advances pecan budbreak and harvesting. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 118(6):690-693.
- Yang, S.F. and N.E. Hoffman. 1984. Ethylene biosynthesis and its regulation in higher plants. *Ann. Rev. Of Plant Physiol.* 35:155-189.
- Young D.H. and Galston A.W. 1983. Putrescine and acid stress. *Plant Physiol.* 71:767-771.
- Zamudio, G.B. 1990. Suelos y fertilización en vid en la Costa de Hermosillo, Sonora, México. *In: Seminario Internacional. Memoria. Casa Pedro Domecq.* p.230-236.
- Zamudio, G.B. y J.H. Núñez M. 1993. Suelos, manejo y fertilización. *In: Producción Vitícola. Campo Experimental Costa de Hermosillo-INIFAP.* p.232-261.
- Zimmerman, R.H., M. Lieberman, and O.C. Broom. 1977. Inhibitory effect of a rhizobitoxine analog on bud growth after release from dormancy. *Plant Physiol.* 59:158-160.

ANEXO 1

Aspecto visual del efecto de algunos tratamientos sobre el follaje de las vides.



Figura 7. Aspecto de los tratamientos DFMA con y sin enfriamiento al 5 de diciembre 2001.



Figura 8. Aspecto de los tratamientos de Etefón con y sin enfriamiento al 5 de diciembre de 2001.



Figura 9. Aspecto de los tratamientos de DFMO con y sin enfriamiento al 5 de diciembre de 2001.



Figura 10. Aspecto de los tratamientos DFMA + DFMO + Etefón con y sin enfriamiento al 5 de diciembre de 2001.

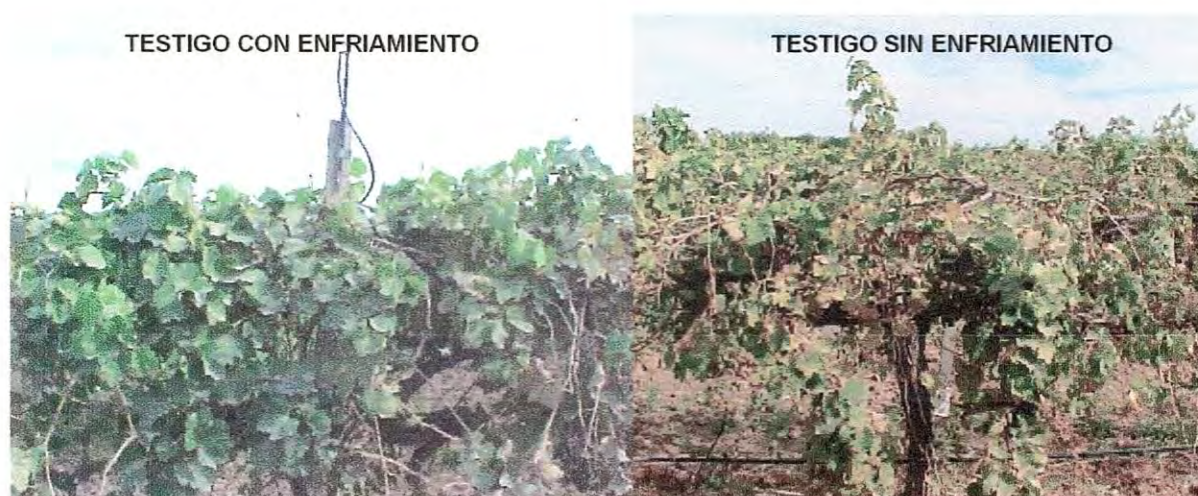


Figura 11. Aspecto de los tratamientos Testigo con y sin enfriamiento al 5 de diciembre de 2001.

ANEXO 2

Figura 12. Gráficas de la correlación entre clorofila y defoliación con Enfriamiento Evaporativo (A) y sin Enfriamiento Evaporativo (B)

