

# UNIVERSIDAD DE SONORA

ESCUELA DE AGRICULTURA Y GANADERIA

INDUCCION DE COLORACION EN NARANJA (Citrus sinensis L. Osbeck) CON APLICACION DE EIHREL Y CARBURO DE CALCIO, EN PRE Y POSTCOSECHA.

T E S I S

*Pedro Ramon Navarro Ainsa*

DICIEMBRE DE 1987

# 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

INDUCCION DE COLORACION EN NARANJA (Citrus sinensisL.  
Osbeck) CON APLICACION DE ETHREL Y CARBURO DE CALCIO, EN PRE  
Y POSTCOSECHA.

TESIS

SOMETIDA A LA CONSIDERACION DE LA  
ESCUELA DE AGRICULTURA Y GANADERIA

DE LA

UNIVERSIDAD DE SONORA

POR

PEDRO RAMON NAVARRO AINZA

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER  
EL TITULO DE INGENIERO AGRONOMO CON  
ESPECIALIDAD EN HORTICULTURA

DICIEMBRE DE 1987

PAGINA DEL CONSEJO TITULAR

Esta Tesis fue realizada bajo la dirección del Consejo Particular, siendo aprobada y aceptada como requisito parcial, para obtener el grado de:

INGENIERO AGRONOMO EN:

HORTICULTURA

CONSEJO PARTICULAR:

ASESOR:

\_\_\_\_\_

M.C. REGINALDO BAEZ SAÑUDO

CONSEJERO:

\_\_\_\_\_

DR. DAMIAN MARTINEZ HEREDIA

CONSEJERO:

\_\_\_\_\_

ING. ALFONSO ALVAREZ AVILEZ

## AGRADECIMIENTO

Quiero hacer un sincero agradecimiento al Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo Asociación Civil (C.I.A.D.A.C.), por las facilidades otorgadas, para la realización de este trabajo, así como el apoyo económico, durante el tiempo, en el cual lleve a cabo este experimento; de igual manera agradezco al centro de cómputo, de la misma institución, muy especialmente a Faly, Martha, Pak y Trahin, por su ayuda tan valiosa.

Agradezco sinceramente de manera fraternal y muy especial al M.C. Reginaldo Báez Sañudo por su gran ayuda en toda la realización de este trabajo, tanto en la guía como tutela, que con gran dinamismo supo motivar en el presente experimento en un ambiente de creatividad y tenacidad, llevando de una manera correcta, la culminación de este.

También agradezco a la Sociedad Cooperativa de citricultores del Litoral de Sonora (Citricos), por la ayuda económica y del material de estudio que nos brindaron, de la misma forma agradezco a los propietarios de los campos San Enrique y San Antonio de la Costa de Hermosillo, por sus facilidades prestadas.

Agradezco al Dr. Damian Martínez Heredia y al Ing. Alfonso Alvarez A. por ser parte del grupo de co-asesores y por las atinadas correcciones efectuadas al trabajo durante su proceso de elaboración.

## DEDICATORIA

A mis Padres Cristobal Navarro Ortega y Cecilia Ainza de Navarro, con amor y eterna gratitud por su comprensión y apoyo incondicional.

A mis Tías Edwiges, Guadalupe y Margarita Ainza, con cariño y reconocimiento por su respaldo y ejemplo.

A mis Hermanos Cristobal, José de Jesús, María Isabel y Rosa del Carmen, por su ejemplo, confianza y respaldo para seguir adelante por el camino de la superación.

A mi amigo Plácido Fimbres y familia por el gran apoyo espiritual y moral, así como por la preocupación y estímulo durante el desarrollo del trabajo, con eterna gratitud.

A mis Compañeros Universitarios y tesistas del (CIAD): Enrique, Fernando, Carlos, Roberto, Eduardo, Felipe, Juan, Evita, Elsa, María, Luz, Ana, Lorenia, Emma y Ana Lorenia: con los cuales viví momentos gratos e inolvidables.

A mis familiares y amigos, con reconocimiento y profunda gratitud de alguien que los recuerda.

P.R.N.A.

## C O N T E N I D O

	Pág.
INDICE DE CUADROS.....	i
INDICE DE FIGURAS.....	iii
RESUMEN.....	iv
INTRODUCCION.....	1
LITERATURA REVISADA.....	4
MATERIALES Y METODOS.....	20
RESULTADOS Y DISCUCION.....	25
CONCLUSIONES.....	53
BIBLIOGRAFIA.....	56

## INDICE DE CUADROS

	Pág.
CUADRO 1.- Respuesta de Color (L, a y b) de las Variedades de Naranja "Washinton, Regional y Valencia" a Diferentes Dosis de Ethrel con Aplicación de Precosecha.....	26
CUADRO 2.- Respuesta de la Interacción Variedades-Dosis en las Diferentes Variables de Calidad como Firmeza, Grados Brix, pH y Acidéz Titulable; en la Aplicación de Ethrel de Precosecha por r a m a.....	27
CUADRO 3.- Comportamiento de las Variedades de Naranja "Regional y Valencia" en cuanto a Color (L,a y b) y Grados Brix de la Aplicación Doble de Ethrel (100 ppm) Totalmente al Arbol.....	29
CUADRO 4.- Respuesta de las Variedades de Naranja "Regional y Valencia", asi como de las Dosis Simple y Doble (100 ppm de Ethrel), con Respecto a Color (L,a y b), en la Aplicación Doble de Ethrel Totalmente al Arbol.....	31
CUADRO 5.- Valores de Interacción de Variedad-Dosis, con Respecto a las Diferentes Variables de Calidad, como son Diametro Polar, Peso Total del Fruto, pH y Acidéz Titulable, de la Aplicación Doble de Ethrel (100 ppm) al Arbol.....	32
CUADRO 6.- Lectura de Color (L,a y b) a la Aplicación de Carburo de Calcio (Ca <sub>2</sub> C), de Postcosecha a Diferentes Dosis, de Naranja "Washinton Navel y Regional".....	33
CUADRO 7.- Valores de pH de Naranja "Washinton y Regional" con Respecto a Almacenamiento y Dosis (0, 1.25, 2.5 y 5 Kg de Ca <sub>2</sub> C), después de la Aplicación de Postcosecha de Ca <sub>2</sub> C.....	36
CUADRO 8.- Respuesta de los Grados Brix a la Interacción Variedad-Dosis de Naranja "Washinton y Regional", Aplicadas con Ca <sub>2</sub> C de Postcosecha.....	38

	Pág.
CUADRO 9.- Valores de Acidéz Titulable con Respecto a Almacenamiento de Naranja "Washinton y Regional", Aplicadas con $Ca_2C$ en Postcosecha.....	40
CUADRO 10.- Comportamiento de la Acidéz Titulable Generado por la Interacción Dosis-Almacenamiento de las Aplicaciones de Naranja "Washinton y Regional" con $Ca_2C$ en Postcosecha.....	41
CUADRO 11.- Respuesta de Peso Total del Fruto y Firmeza en cuanto a Almacenamiento de la Aplicación de $Ca_2C$ en Postcosecha de Naranja "Valencia" a Diferentes Tiempos de Exposición.....	43
CUADRO 12.- Firmeza (lb/plg ) Obtenida de la Interacción del Tiempo de Exposición-Almacenamiento de la Aplicación de $Ca_2C$ a Naranja "Valencia" en Postcosecha.....	45
CUADRO 13.- Peso Total del Fruto (g) Obtenido de la Interacción de Tiempo de Exposición-Almacenamiento de la Aplicación en Postcosecha de Naranja "Valencia" con $Ca_2C$ .....	47
CUADRO 14.- Comportamiento de pH, Generado por la Interacción de Tiempo de Exposición-Almacenamiento en la Aplicación de Postcosecha a Naranja Valencia con $Ca_2C$ .....	48
CUADRO 15.- Respuesta de la Acidéz Titulable con Respecto a la Interacción de Tiempo de Exposición-Almacenamiento de la Aplicación de Postcosecha de Naranja "Valencia" con $Ca_2C$ .....	50
CUADRO 16.- Valores de Coloración (L, a y b) de Naranja "Washinton Navel", Sumergidas en Ethrel (100, 200, 300 y 400 ppm) a Diferentes Tiempos de Almacenamiento (4, 8 y 12 días a 20°C).....	52

## INDICE DE FIGURAS

	Pág.
FIGURA 1.- Respuesta de Naranja "Washinton Navel y Regional", a la Aplicación de Postcosecha con $\text{Ca}_2\text{C}$ en Diferentes Dosis (0, 1.25, 2.5 y 5 Kg de $\text{Ca}_2\text{C}$ ) con Respecto a su pH.....	34
FIGURA 2.- Comportamiento de la Naranja "Washinton Navel y Regional", con Respecto a la Acidéz Titulable de las Aplicaciones en Postcosecha de $\text{Ca}_2\text{C}$ .....	37
FIGURA 3.- Valores de Firmeza, con Respecto al Tiempo de Exposición de Naranja "Valencia", con la Aplicación de $\text{Ca}_2\text{C}$ .....	44

## RESUMEN

La producción de cítricos, es de gran importancia en nuestro país, ya que ocupa el sexto lugar, a nivel mundial en la actualidad, con plantaciones de cítricos como naranja, mandarina, limón, toronja y otros cítricos menores.

De 1983 en adelante, en Sonora y principalmente en la Costa de Hermosillo y Caborca, el cultivo de frutales, principalmente cítricos (naranja), se han incrementado, debido a diversos factores, siendo estos, mejor uso del agua, alta redituabilidad económica, ocupación de mano de obra, mayor demanda de esta fruta al interior (centro) y exterior del país, por considerarse al estado libre de plagas.

El objetivo de este trabajo, fue evaluar, el efecto de la aplicación a diferentes dosis de Ethrel, a diferentes variedades de naranja, para la inducción de coloración del fruto, tanto de precosecha como de postcosecha, incluyendo en la postcosecha, aplicaciones de carburo de Calcio ( $Ca_2C$ ), así mismo ver su posible efecto, en algunos parámetros de calidad, tales como grados brix, acidéz titulable, y otros.

El experimento se realizó, en dos campos de la Costa de Hermosillo (San Enrique y San Antonio), de Octubre de 1986 a Abril de 1987. El diseño experimental, fue factorial con arreglo completamente aleatorio, con 2, 3 ó 4 repeticiones de acuerdo con el experimento que se trato. Los factores estudiados fueron

variedades, dosis, tiempo de almacenamiento y tiempo de exposición ; las variables que se estudiaron fueron lectura de color (L, a y b), diametro polar y ecuatorial, peso total del fruto, peso de cáscara, firmeza, grados brix, pH, acidéz titulable y % de jugo.

Los resultados nos indican que en el experimento I (Aplicación de Ethrel por ramas de precosecha), las mejores dosis de Ethrel, para una buena coloración de naranja fueron 200 y 250 ppm ; siendo la variedad "Washinton Navel" la que mostró mejor respuesta ; no teniendo dicha aplicación de Ethrel, una alteración en las demás variables de calidad. En cuanto al experimento II (Aplicación doble de Ethrel de precosecha totalmente al árbol), solo al comparar variedades, se obtuvo respuesta de color y grados brix, siendo el mejor efecto en la naranja "Valencia; en las demás variables de calidad, se obtuvo buena respuesta de pH, acidéz titulable, diametro polar y peso total del fruto, de la interacción variedad-dosis . El experimento III (Aplicación de postcosecha de  $Ca_2C$  en diferentes dosis y variedades). No hubo diferencias significativas de color de las distintas dosis y variedades; solo con respecto al testigo se encontró buen color. La naranja "Washinton Navel" tuvo mejor respuesta de pH y acidéz titulable, la mejor dosis fue de 2.5 Kg de  $Ca_2C$  y sin almacenamiento. En cuanto al experimento IV (Aplicación de  $Ca_2C$  a diferentes tiempos de exposición y almacenamiento en naranja "Valencia"). No se obtuvo buen efecto en color; el mejor peso del fruto fue de 203.87 g , obtenido sin

almacenamiento y la mayor firmeza de 8.87 lb/plg<sup>2</sup> a 7 días de almacenamiento en 5 °C. En el experimento V (Aplicación de Ethrel de precosecha). El mejor color se obtuvo en naranja "Washinton Navel" después de 12 días de almacenada a 20°C; no habiendo efectos positivos en las demás variables de calidad.

## INTRODUCCION

México en la actualidad ocupa el sexto lugar a nivel mundial en producción incluyendo naranja, mandarinda, limón, toronja, lima y otros cítricos menores. En el ciclo agrícola 82-83 se tuvo en nuestro país una producción de 1.8 millones de toneladas de naranja y mandarina, y según cálculos hechos en los Estados Unidos, para el período comprendido entre 1987-92, se tendrá un total de 2.1 millones de toneladas (13).

En los últimos años en Sonora y principalmente en la Costa de Hermosillo y Caborca, el cultivo de frutales se ha incrementado debido a la necesidad de un mejor uso de agua, alta redituabilidad económica y ocupación de mano de obra (13).

Se sabe que el primer cítrico que se empezó a explotar en la Costa de Hermosillo fue la naranja hacia 1950, llegando ha alcanzar una superficie aproximada de 6,500 hectáreas, a fines de los sesentas. Dicha superficie plantada se redujo notablemente alrededor de los años setentas, debido a una serie de factores, entre los que destacaron; La desorganización de los productores, falta de interés en la fruticultura y el nulo conocimiento y control del sistema de mercado (13).

Durante este período muchas huertas fueron destruidas y otras descuidadas (3,000-3,500 hectáreas) con labores mínimas de mantenimiento, básicamente riego. Pocos productores pugnarón por conservar debidamente sus plantaciones y fomentar la organización (13).

En la Costa de Hermosillo de 1984 a 1986 se incrementó notablemente el hectareaaje de plantaciones de cítricos (naranja), aunado a que el estado de Sonora, se le ha considerado libre de plagas, se ha elevado grandemente la demanda, tanto para el mercado nacional, como para exportación. Para Sonora el mayor porcentaje de naranja, tanto en la Costa de Hermosillo, Caborca y Valle de Guaymas es principalmente la variedad "Valencia", por sus características de calidad, teniendo otras variedades como "Regional" y "Washinton Navel", pero en pequeña proporción (13).

Uno de los objetivos principales de este trabajo fue inducir la coloración en naranja; Pues se ha observado, que dentro de las practicas cuiturales para la obtención de calidad de naranja, las aplicaciones de etileno antes de cosechar, apresura la acumulación de carotenoides en la cáscara de mandarinas verdes y la perdida de color verde de algunas variedades con concentraciones que varían entre 50 a 500 ppm dependiendo del cultivar evaluado. Con frecuencia, en cultivares de cítricos que han llegado a madurar en cierto tiempo, puede quedar en la cáscara un color verde que no cambia, siendo este inatractivo. Los tratamientos de etileno (con Ethrel), parecen disminuir la clorofila y permiten incrementar los pigmentos naranjas (Carotenoides).

Lo que se pretendió al realizar el presente trabajo fue evaluar el efecto de la aplicación a diferentes dosis de Ethrel a diferentes variedades de naranja, para la inducción de coloración del fruto, tanto de precosecha como de postcosecha, así como las aplicaciones de Carburo de Calcio de postcosecha, para ver su

posible efecto sobre algunos parámetros de calidad, tales como grados brix, acidéz titulable y otros. Siendo la coloración lo mas importante desde el punto de vista de aceptación para la comercialización, principalmente para los mercados del centro del país y el extranjero.

## LITERATURA REVISADA

### Etileno

Es posible que el etileno ( $\text{CH}_2 = \text{CH}_2$ ) se produzca en todos los tejidos vivos. El Penicillium digitatum es un productor prolífico del etileno. Los limones que son infectados por ese hongo, provocan la maduración de los frutos adyacentes y no infectados (19).

El Etefón o Ethrel ( $\text{Cl}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{PO}_3\text{H}_2$ ) se ha considerado un agente que aparentemente se descompone en los tejidos vegetales, liberando etileno, cerca del sitio de acción (19,22).

El Etefón es de gran importancia en la agricultura, porque puede aplicarse mediante técnicas agrícolas ordinarias y porque sus efectos son similares a los del etileno (19,22,24).

El etileno es un producto natural del metabolismo vegetal, es la hormona de crecimiento vegetal más simple. Hay otros compuestos volátiles, como el acetileno y el propileno, que tiene efectos similares a los del etileno. Sin embargo el etileno es entre 60 y 100 veces más activo que el propileno, siendo también único producto del grupo de los compuestos volátiles que se produce en cantidades apreciables en los tejidos vegetales (19,22).

### Efectos Biológicos del Etileno

- Estimular la germinación y el crecimiento de brotes.
- Estimula el crecimiento de varios granos, bulbos, estacas de madera dura y raíces.
- Provoca la abscisión prematura de hojas, frutos jóvenes y otros órganos
- Maduración de frutos cosechados, así como la eliminación de coloración verde de frutos cítricos
- Inducción de la floración en ciertas especies de plantas (19,22).

Ya que no resulta práctico tratar con gas etileno a las plantas cultivadas a campo abierto, debido a que se disipa con demasiada rapidez. Se encontró que el Ethrel producto químico, que ejerce sus efectos liberando gradualmente etileno, como producto de descomposición cerca del lugar de acción en los tejidos vegetales (19,22).

### Evolución de Etileno del Ethrel

La descomposición del CEPA ó Ethrel (ácido 2-cloroetil fosfónico) a etileno, en la presencia de una base, parece ser una reacción de segundo orden y aparentemente conduce a la producción de fosfonato y cloro. Se ha sugerido que la reacción involucra la extracción del fosfonato como una sal, seguida por deshidrohalogenación. Los grupos hidroxil del fosfonato, deben ser disociados en presencia de una base para formar una carga fuerte negativa, el carbon del fosfonato en el enlace debió

descomponerse con la donación de un electrón de doble enlace del alkeno, y el cloro debió ser eliminado, tal y como se muestra en la figura 1.

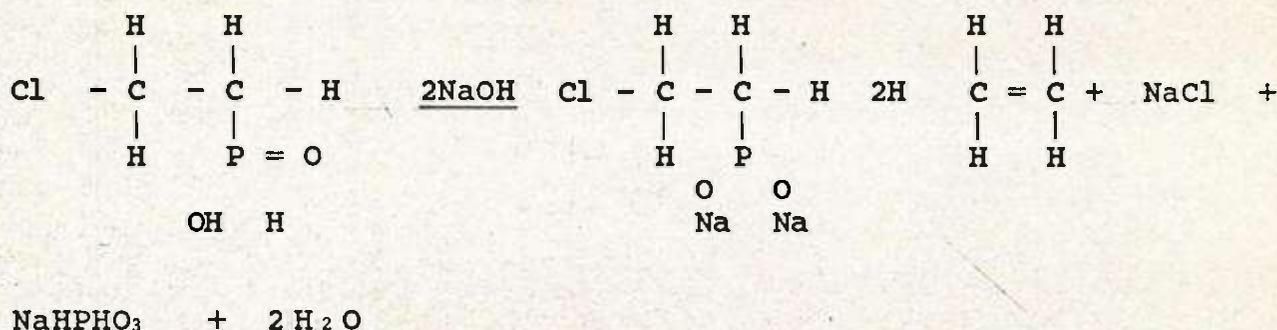


Figura 1.- Evolución de etileno a partir de ethrel propuesto por Warner y Leopold (18).

Es muy probable que el Ethrel sea absorbido de las plantas como lo es cualquier ácido alifático y subsecuentemente descompuesto bajo un pH citoplásmico con la formación de etileno, el cual entonces puede causar la regulación de varios aspectos de crecimiento de la planta (18,23).

Algunos investigadores han sugerido que la acción del regulador de crecimiento de Ethrel es debido a la estimulación en la producción de etileno dentro y fuera de los tejidos de la planta, discutiendo que el mismo factor del Ethrel, produce más etileno (18,23).

El mecanismo químico en la producción del Ethrel según Maynard y Swan (23), involucran el ataque nucleofílico en el doble anión fosfato, por una molécula de agua y lo concernió a la eliminación de cloro, llevando a una formación directa de fosfato y cloruro, como se muestra en la figura 2, en donde probablemente

el ion  $\text{OH}^-$  pudo también servir como un nucleófilo en la reacción y fueron probadas.

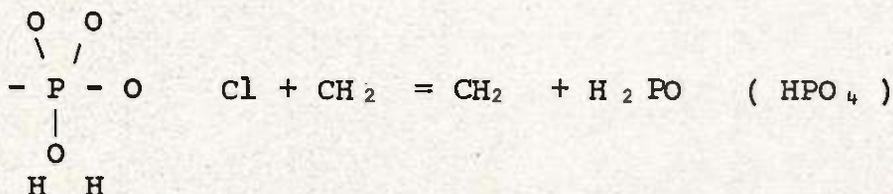
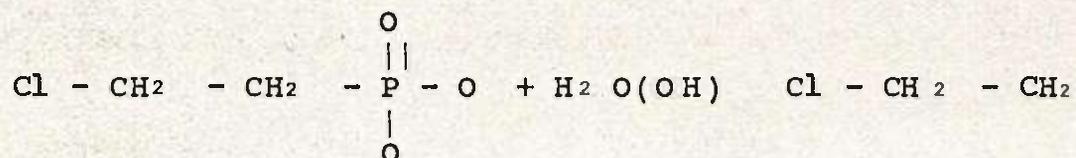


Figura 2.- Evolución del etileno a partir de ethrel propuesto por Maynard y Swan (23).

Cuando el rendimiento del etileno fue igual que los del fosfato.

El metional, el cual está considerado estar relacionado al precursor del etileno en vivo, se descompone rápidamente, generando etileno ya sea por luz, ó por el sistema sulfito-oxígeno-peroxidasa. Esto ha sido postulado que el paso inicial involucra la extracción de un electrón del átomo de sulfuro del metional en cualquiera de estos sistemas (figura 3), seguido por un ataque nucleofílico de ion  $\text{OH}^-$  ó de agua en el carbono aldehído y eliminación del radical metilmercapto, conduciendo a la formación de etileno, ácido fórmico y metil disulfúrico como se presenta en la figura 4.



Ambos tratamientos duraron bajo estas condiciones 14 días. Posteriormente resultó que los arboles de 20°C a 12 horas de día y 5°C de noche a 12 horas contenían 100 ppb de etileno, comparando a 4 ppb de etileno de los arboles mantenidos a 25°C por 12 horas. Encontrándose que después de 14 días de tratamiento, en la cáscara de 10 frutos maduros en cada uno de los arboles mantenidos a 20 y 5°C, perdieron su contenido de clorofila y desarrollaron un color amarillo. En cambio la cáscara en todo el fruto de todos los arboles expuestos a 25°C, permanecieron verdes por dos meses (3,25).

En otro experimento se encontró que arboles de frutos de toronja expuestos al medio ambiente a principios de Octubre (antes del inicio de las temperaturas frías de la noche) cuando las temperaturas andan alrededor de 15-20°C, en comparación con otros expuestos a finales de Octubre (con temperaturas frías en la noche), en las cuales las temperatura desciende de 10 a 5°C, el contenido de etileno de los frutos analizados de principios de Octubre fue de 15 ppb, mientras que 100 ppb de etileno se detectó en las otras frutas cosechadas a finales de Octubre, después de un clima fresco. La cáscara de los frutos permaneció verde a principios de Octubre, pero seguido de climas frescos a finales de Octubre cambió el color rápidamente de verde a anaranjado. Lo mismo sucedió con mandarina Robinson en condiciones similares (3,25).

### Aplicaciones de Precosecha de Ethrel

Estudios realizados en tejidos extraídos del albedo de los cítricos para la prueba de maseración del tejido, se encontró que la actividad de maseración, se incrementó con el tiempo después del tratamiento de etileno (16).

Heid notó que en 1941 los frutos de cítricos tratados con etileno provocaban la degradación de la pectina (16).

El efecto de la temperatura en el etileno, con respecto al incremento en la actividad de maseración, se mostró de la siguiente manera. La descomposición del Ethrel se produce más rápidamente con aumentos en la temperatura y una probable difusión del etileno y un incremento también en la síntesis de proteínas (16,24).

Se ha visto buenos resultados en cuanto a la aplicación doble de ethrel, así tenemos que dobles aplicaciones de 200, 300 y 500 ppm aplicadas en Septiembre 22 y Octubre 13 en Florida, redujeron significativamente los niveles de clorofila sobre la aspersión sencilla en los árboles. Frutos tratados en Noviembre y Diciembre, los cuales incluyeron a mandarinas "Lee", "Nova", "Dancy" y naranja "Hamlin", tuvieron parcialmente un desenverdecimiento antes de que fuera aplicado el Ethrel. El color del fruto fue definitivamente mejorado con aplicaciones de Ethrel en el árbol (26).

Cooper y colaboradores en 1969 han reportado que el uso de Ethrel trae consigo desprendimiento de los frutos a principios y a mediados de la temporada en naranja "Hamlin", y un pobre desprendimiento a finales de la temporada en naranja "Valencia"

con 200 ppm de Ethrel (3); Al mismo tiempo se encuentra, reportado buen desprendimiento de "Washinton Navel" a 500 ppm, limones "Eureka" y "Lisbon" de 100 a 500 ppm, y de naranja "Valencia" de 200 y 400 ppm (26).

Frutos de mandarinas "Dancy" y "Robinson", y naranja "Hamlin" después de la aplicación de Ethrel, fue también cosechado y almacenado a 21°C sin desenverdecimiento de postcosecha. El porcentaje de pudrición fue similar en los frutos de los arboles pretratados con Ethrel y de los arboles no tratados, pero todos mostraron menor pudrición que lo ocurrido usualmente, cuando estos frutos son desenverdecidos en un cuarto con etileno. Así al parecer el Ethrel no tiene acción fungicida en estas pruebas, y el etileno formado después de la asperción de precosecha no ha predispuesto a la fruta a la pudrición en el almacenamiento (5,26,27).

El Ethrel aplicado de precosecha asperjado en proporciones de 200, 300 y 500 ppm, indujo significativamente el desenverdecimiento de los frutos de mandarinas "Robinson", "Lee", "Nova" y "Dancy", así como naranjas "Hamlin". La mayor prueba de desenverdecimiento ocurrió de 2 a 6 días siguientes a la aplicación, dándose en ese tiempo, el punto máximo en la evolución del etileno (11,22,25,26,27).

En otros trabajos se ha observado una considerable abscisión de hojas, como ocurre en mandarinas tratadas con 300 y 500 ppm de Ethrel (26,27).

Los carotenoides que se encuentran en la cáscara de algunos cultivos de cítricos, incrementaron la caída de la fruta, en invierno como fruta madura. Una caída anticipada del fruto incrementa en carotenoides, seguida por una disminución de clorofila en la cáscara, aunque la acumulación de carotenoides continúa después de que la clorofila se destruye. Estos dos procesos son acelerados por bajas temperaturas (3).

Se ha encontrado en ciertos estudios que los carotenoides totales extraíbles de la naranja, uva, limón y lima de la cáscara no eran afectados por una exposición en etileno antes de la cosecha. Otros reportes nos indican que los cítricos tratados con etileno o productos químicos que produzcan etileno tenían mejor color externo. Esto no se reflejó en la destrucción de clorofila, sino que también en el incremento de carotenoides (17,22,25). Lo anterior demuestra la evidencia de que el etileno aplicado exogenamente acelera la acumulación del total de carotenoides extraíbles de la cáscara en cítricos (17,25).

La disminución de carotenoides en mandarina "Lee", "Nova" y "Robinson", rociadas con una concentración de etileno a 500 ppm, comparada con la asperjada con 300 ppm representando una posible inhibición. Se han encontrado reportes acerca de que el etileno inhibía la acumulación de carotenoides en naranja "Navel", y Fuch y Cohen en el mismo año reportaron que una concentración alta de etileno inhibía la destrucción de clorofila en naranjas "Shamouti" y mandarinas "Clementine". De igual manera se han reportado de que 20,000 ppm de etileno no inhibía el desenverdecimiento de naranjas "Hamlin" ; y sus resultados

indican que 10 ppm de etileno no fue un inhibidor en la acumulación de carotenoides, sugiriendo que probablemente el etileno no sea un factor inhibidor, que esta involucrado, como otros productos derivados del Ethrel o el pH, los cuales pudieron haber sido los inhibidores (25).

Así mismo, se han encontrado diferencias en coloración de los frutos con respecto a la posición en el árbol ó lugar del fruto, pues análisis de los pigmentos de la cáscara por toda la temporada, de Enero hasta Julio, indicaron el contenido más bajo de clorofila y el más alto contenido de carotenoides en los frutos de la base cubierta del árbol, que en los frutos de la base descubierta. Cambios en el contenido de clorofila en el final de la rama y del fruto, indican un contenido mínimo en Febrero, con un insignificante incremento en Marzo, pero el contenido de clorofila se incremento marcadamente en el tiempo más caliente. Los carotenoides aumentaron a un máximo en Marzo y disminuyeron 10 veces los niveles para Julio (6).

Se ha observado, que solo existen diferencias en el contenido de clorofila, incrementandose al termino del estilo, siendo mucho menor en las partes terminales de las ramas. También el contenido de carotenoides al final del estilo fue más grande, que en la punta y la disminución fue menor, que al termino de las ramas. Las respuestas de reenverdecimiento y desenverdecimiento de los frutos del final de la rama, fue similar, tanto en la base cubierta y en la base descubierta de los frutos producidos (6).

Sin embargo los frutos de "Valencia" en Florida reenverdecidos no responden al desenverdecimiento de los tratamientos de etileno. Esto sugiere que el reenverdecimiento y problemas de no respuesta pueden estar estrechamente relacionados, y los resultados de cambios en el balance hormonal asociados con el cambio de período de florecimiento y crecimiento vegetativo (21).

Sites y Reitz en 1949 descubrieron que había marcada diferencias en color y madurado de la fruta "Valencia" (sólidos solubles) dependiendo de la localización en el árbol y la exposición a la luz (9).

#### Aplicación de Postcosecha de Ethrel

El tratamiento de las naranjas con etileno acelera los cambios de color de la piel, característicos de la maduración del fruto (desverdización), pero no se conocen los mecanismos que regulan dicho proceso. Recientemente se ha encontrado, un pico de peroxidasa-indolacético oxidaza, asociado al cambio de color del flavedo (parte de la piel en la que residen los pigmentos característicos de color del fruto) de naranjas "Washington Navel" (2). Kuraoka y colaboradores (1979), citado por Chamarro, señalaron la presencia de elevados niveles de peroxidasas hasta el momento de cambio de color en mandarinas "Satsuma". También se ha detectado la presencia de cantidades importantes de sustancias del tipo de la auxinas y consideraron que estas sustancias no debían ser esencialmente diferentes del ácido indolacético. Todo ello hace verosímil que el ácido indolacético o compuestos muy afines desempeñen un papel muy importante en la maduración del

flavado de las naranjas y que los niveles de dichos compuestos podrían estar regulados, al menos en parte por las peroxidases (2,20).

La naranja "Washinton Navel" tratada con etileno al analizarla se encontraron aumentos significativos en la actividad de peroxidasa del flavado de las naranjas, asociadas al cambio de color inducido por etileno (2,20).

Limones tratados con 100 ppm de Ethrel o con 50 ppm de etileno reaccionaron satisfactoriamente al colorear a los 7 días después del tratamiento. La más baja concentración de Ethrel fue menos efectiva, y concentraciones de 5000 ppm mostraron similar respuesta, con la excepción de que causaban daños en la corteza. El encerado del fruto inhibió el proceso de degradación en todos los casos, pero los limones que estaban pretratados con 1000 ppm de Ethrel se volvieron amarillos después de 16 días, mientras que los encerados permanecieron aun verdes, esto mismo pasó con mandarinas "Clementine", y naranja "Shamouti", solo que 5000 ppm mostró ser menos eficiente que 1000 ppm de Ethrel. En naranjas pretratadas con 1000 ó 5000 ppm de Ethrel, no se observaron daños en la cáscara en tales tratamientos. Las temperaturas de almacenamiento significativamente afectan la eficiencia del tratamiento de 1000 ppm de Ethrel en naranja "Shamouti", pues durante el proceso de desenverdecimiento fue más eficiente a 25°C que a 17°C, no observandose una mejoría de color a 6°C, después de dos semanas (7,24).

La evolución de etileno fue detectada solo en limones tratados con Ethrel ó Etileno y la mayor evolución ocurre en las concentraciones más altas de Ethrel, pero todos los tratamientos de Etileno y Ethrel asceleran el porcentaje de respiración de los limones. Parece que los altos porcentajes de respiración de los limones tratados puede estar asociado con alta temperatura (25°C), y también el efecto de Ethrel en respiración fue proporcional a la concentración, a mayor concentración, mayor el porcentaje de respiración (24).

Se ha visto que en ciertos cítricos como mandarina, limón y naranja expuestos a determinadas concentraciones de etileno dan a la fruta una mayor o menor resistencia al ataque de ciertos hongos, así tenemos que resistencia a Colletotrichum gloesporoides fue inducido en mandarinas coloreadas de verde después de 3 días de exposición a etileno y fue relacionado a la acumulación de lignina y otros compuestos inhibitorios producidos en respuesta a infección. Sin embargo algunas investigaciones concluyeron en 1977 que la resistencia en el fruto de naranja coloreada puede ser roto por el uso de 100 microlitros/litro de etileno de concentración por 76 horas. En contraste se encontró que la resistencia a Penicillium desarrolló mejor a 1000 microlitros/litro de etileno por 5 y 6 días, que el tratamiento más corto, antes de la inoculación (5).

La respuesta de limones verdes y amarillos al tratamiento de etileno de 100 ppm a 25°C por 20 horas, fue de un consumo de oxígeno de dos a tres veces mas. La presencia de altos niveles de O<sub>2</sub> durante los tratamientos de etileno no suprimieron el

aumento de la respiración inducido por etileno, pues los limones tratados con etileno a 35°C, mostraron incrementos típicos en el consumo de oxígeno. El Ethrel estimuló el consumo de O<sub>2</sub> de los limones más efectivamente que el etileno (4).

Burg y Burg 1965 cita (4), mostraron que el CO<sub>2</sub> actúa como inhibidor competitivo para el etileno, pero establecieron que si hay suficiente etileno presente, ninguna cantidad de CO<sub>2</sub> va a prevenir su acción (4).

Aplicaciones de etileno a naranja "Dancy", "Temple" y "Valencia" se obtuvo un mejor color manteniendo la fruta de 15 a 25°C por prolongados períodos de tiempo y la concentración óptima de etileno varía de 0.1 a 1 ppm (20).

Pruebas hechas en naranja "Temple" expuesta a etileno con concentraciones de 10 ppm fueron mantenidas seis días a 30°C y después transferidas a 20°C. El color a 20°C tuvo su máxima expresión a los tres días, aunque después disminuyó gradualmente. Tratamientos con temperaturas alternadas 20 /15°C y 25 /15°C, fueron más efectivas que las correspondientes a la temperatura constante de 20 y 25°C. Estas temperaturas alternadas tuvieron un resultado de color excelente en períodos de 12 días (20).

Se aplicó Ethrel (de inmersión) en el período de postcosecha a limones "Bears", mandarinas "Robinson" y "Dancy", y naranjas "Hamlin" y uvas "Marsh". Se usaron concentraciones tan altas como 8000 ppm y las muestras se mantuvieron a 16, 21 y 27°C, la respuesta obtenida diferió de los diferentes cultivos, pero la maduración fue más rápida cuando se aumentó la temperatura. La fruta sin tratar maduró mucho mejor a 16°C que a temperaturas más

altas. A temperaturas de 21 a 27°C, se obtuvo una máxima madurez, con una concentración de 500 a 1000 ppm de Ethrel. Las respuestas de mandarina "Robinson" fue a bajas concentraciones, y se observó que aumentaba la inhibición de la madurez de 2000 a 8000 ppm de Ethrel. La aplicación en altas temperaturas y altas concentraciones tenía un efecto menor, que a bajas temperaturas y bajas concentraciones (8,14,22).

otros Compuestos Químicos con Acción Similar al Ethrel o Etefón, con Respecto a Abscisión y Efecto en Maduración.

La Ciclohexamida (Acti-Aid), se encontró que desprendía la fruta de naranja "Hamlin" y "Valencia", en proporciones menores de 25 ppm o 111.3 g/ha, usado en cultivares tempranos y de media temporada en Florida, no puede ser usado durante mucho tiempo de la cosecha, de 3 meses en "Valencia", llegando a dañar la floración, frutos jóvenes y los inmaduro. Otro producto químico descubierto en Florida el 5-cloro-3-metil-4-nitro-1H-pyrazol (Relevar), ha sido usado con éxito en arboles "Valencia" durante el desarrollo crítico de floración y frutos verdes en estas etapas. No produce un desprendimiento de la fruta madura efectivo, durante el período de desenverdecimiento de la variedad "Valencia". Glioxal dioxine (Pik-off), provoca abscisión usado en naranja "Valencia", sin embargo Pik-off ha dado un desprendimiento errático del fruto. El Cloroetalonil (Sweep), no causa un buen desprendimiento de la fruta madura, cuando es usado solo, pero hace resaltar la efectividad de Acti-Aid, cuando se usa en combinación. La combinación donde interactúan sinérgicamente resultando un desprendimiento mucho más grande

de la fruta, siendo la mejor combinación la de Relevar en 100 ppm, 15 ppm de Acti-Aid y 750 ppm de Sweep, el desprendimiento eficiente es requerido para los cítricos en Florida para facilitar la cosecha mecánica e incrementar la productividad de la cosecha manual. Se ha visto también que Relevar ó Pik-off ayudan al desenverdecimiento de naranja (7,9).

## MATERIALES Y METODOS

El trabajo experimental consistió en la realización de una serie de experimentos tendientes a buscar una inducción de coloración en naranja con la aplicación de Ethrel ó carburo de calcio por diferentes medios y se realizó de la siguiente manera: El Experimento I consistió en la aplicación de ethrel por ramas del árbol en tres diferentes variedades con tres repeticiones. Se realizó en dos campos agrícolas de la Costa de Hermosillo, siendo los campos San Enrique y San Antonio. El diseño utilizado fue factorial con arreglo completamente aleatorio y con tres repeticiones, siendo los factores analizados variedades y dosis. Se utilizaron tres arboles de cada variedad, siendo las variedades "Washinton Navel", "Regional" y "Valencia"; A cada árbol de cada variedad se le asperjó ethrel (ácido 2-cloroetilfosfónico), en cada uno de los puntos cardinales del mismo, tratando de bañar tanto a frutos, hojas y ramas uniformemente, utilizandose una aspersora de mochila de 12 litros de capacidad, así mismo se probaron tres diferentes dosis (150, 200 y 250 ppm), más un testigo, siendo esta aplicación por la mañana entre las 8 y 10 horas. Una vez aplicado el producto y después de 15 días se llevó a cabo la cosecha. Seguidamente se trasladaron al laboratorio y se realizaron los análisis correspondientes. Uno de los análisis que se realizó fue la medición de color en un colorímetro Hunter-Lab, la lectura fué tomada, por cada uno de los puntos cardinales de la naranja, tomando como lectura de color los valores de "L", "a" y "b",

resultando el valor final del promedio de 10 naranjas analizadas. Después se procedió a medir el diámetro polar y ecuatorial con un vernier (el cual se midió en pulgadas). Se determinó el peso total del fruto en una balanza, siendo el valor final un promedio del número de muestras analizadas. También se determinó el peso de cáscara, que es el resultado de la diferencia del valor final del peso total del fruto y el peso del fruto sin cáscara, siendo las unidades utilizadas gramos. En cuanto al análisis de firmeza se utilizó un penetrómetro con una punta de paleta de 10 mm de ancho, registrando valores en libras sobre pulgada cuadrada, el resultado del muestreo de un número determinado de naranjas (que comunmente eran cuatro naranjas), se determinó el promedio de las mismas y se reportó en lb/plg<sup>2</sup>. Para la determinación de grados brix, acidéz titulable y porciento de jugo; Se tomó una muestra de 100 grs. los cuales se licuaron para posteriormente filtrarlos, depositando el filtrado en un vaso de 50 ml. Enseguida se tomó una pequeña cantidad de jugo con un gotero, la cuál se colocó en un refractómetro de ABBE, registrando la cantidad de solidos solubles que contenía la muestra.

Por otro lado el bagazo o residuo que quedaba al filtrar el jugo de naranja, se procedía a pesarlo y por diferencia se obtenía el porcentaje de jugo de la muestra analizada.

De la muestra líquida se tomó otra alicuota de 10 ml, la cuál se mezcló con igual cantidad de agua y precedido de una calibración de un potenciómetro Corning 140 se llevó acabo la tomá de la lectura del pH de las muestras; Continuando con la titulación con Hidroxido de Sodio al 0.3 N , hasta llevarlo a un

pH de 8.2, para la obtención del por ciento de acidéz titulable, representado como por ciento de ácido cítrico (1).

El Experimento II consistió en la aplicación de Ethrel, bañando completamente al árbol, en aplicación sencilla ó doble, y en dos variedades. La realización de este experimento fue en el campo agrícola San Antonio de la Costa de Hermosillo, se utilizó el mismo diseño experimental que en el experimento I, con la diferencia que fueron 4 repeticiones. Se utilizaron tres arboles de cada variedad, siendo estas "Regional" y "Valencia", a las cuales se le asperjó Ethrel a todo el árbol, tratando de bañarlo uniformemente de arriba a bajo, utilizando dosis de 100 y 2 veces 100 ppm, más un testigo, la aplicación doble o la segunda aplicación fue hecha a los 15 días de aplicada la primera, las aplicaciones fueron realizadas en la mañana; La cosecha se realizó a los 30 días de la primera aplicación ó aplicación simple. Todos los demás análisis de laboratorio, fueron hechos de igual manera que el experimento I. El Experimento III se trató de la aplicación de postcosecha de Carburo de calcio a naranja en cuarto cerrado en diferentes dosis, variedades y tiempo de almacenamiento. Dicho experimento se realizó a nivel laboratorio con naranja cosechada en el campo San Antonio de la Costa de Hermosillo, dos mese antes de la cosecha normal, el diseño fue factorial con arreglo completamente aleatorio, con tres repeticiones, los factores analizados fueron variedades, dosis y un tiempo de exposición. Lo que respecta a las variedades que fueron utilizadas están "Washinton Navel" y "Regional", en cuanto a las dosis utilizadas fueron 1.25, 2.5 y 5

Kg de Carburo de Calcio, equivalentes a 2, 4 y 8 ppm de etileno respectivamente, más un testigo y el tiempo de exposición fue de cero días.

Primero la naranja se pesó (10 Kg/caja de cartón cerrada) y después se pasó al cuarto ó cámara cerrada, la cual era puesta a una temperatura de 25°C, para mantenerla así durante dos días, expuesta al Carburo de Calcio en diferentes dosis, el cual al reaccionar con papel humedo (periodico) que era puesto en un recipiente casi plano, se provocaba una reacción que generaba, gas acetileno, el cual le daría la coloración a la naranja, se tomaron muestras representativas de cada uno de los tratamientos y se realizaron los análisis correspondientes, siendo similares que en el experimento I.

El Experimento IV consistió en la aplicación de Carburo de Calcio de postcosecha en una dosis de 2.5 Kg a naranja "Valencia", pero con diferentes tiempos de exposición y almacenamiento. Al igual que el experimento III, se realizó el experimento IV, con las variantes de que se utilizaron dos repeticiones; Los factores analizados fueron tiempo de exposición y tiempo de almacenamiento. En cuanto al tiempo de exposición del gas acetileno y a una temperatura de 25°C fue de 24, 96 y 126 horas, más un testigo. Lo que concierne al almacenamiento a 5°C, fue de 7 y 14 días, más un testigo (cero días). Toda la metodología fue igual que en el experimento III y I.

El Experimento V se llevó acabo de la siguiente manera; Se sumergió naranja "Washinton Navel" en Ethrel en diferentes dosis y tiempo de almacenamiento. Este experimento se realizó a nivel laboratorio con naranja cosechada del campo San Enrique de la Costa de Hermosillo. El diseño utilizado fue factorial con arreglo completamente aleatorio con dos repeticiones. Los factores analizados fueron dosis y tiempo de almacenamiento. Las dosis fueron 100, 200, 300 y 400 ppm de ethrel más un testigo; Lo que respecta al tiempo de almacenamiento se mantuvieron a 4, 8 y 12 días a 5°C. La naranja de la variedad "Washinton Navel" ya cosechada, se tomó en muestras de 40 naranjas, las cuales se sumergieron en cinco botes, que contenian diferentes dosis de ethrel más adherente, durando en la inmersión un minuto, llevandose posterirmente al análisis de las muestras a nivel de laboratorio como en el experimento I, para cada uno de los tratamientos.

## RESULTADOS Y DISCUSION

Una vez analizados todos los parámetros, para cada uno de los experimentos y estudiados estadísticamente se encontraron los siguientes resultados:

Experimento I. - en cuanto a color, se observó poca respuesta de la variedad "Valencia" en todas las lecturas de "L", "a" y "b" con respecto a las dosis utilizadas, como se muestra en el cuadro 1. Teniendo que en la dosis de 150 ppm se encontró un mejor comportamiento que en las demás dosis, dándose una lectura de  $L=61.70$ ,  $a=28.70$  y  $b=35.46$ ; En cambio la variedad "Regional" no se comportó de igual manera, teniendo relativamente una menor respuesta. Con respecto a dosis, no hubo diferencias significativas entre ellas, pero siempre hubo mejor respuesta que el testigo. Lo que confiere a la variedad "Washington Navel", presentó mejor respuesta con respecto a las demás variedades, encontrándose diferencias de acuerdo a las dosis, siendo estas de la siguiente manera, el testigo mostró efectos poco deseados como  $L=54.56$ ,  $a=-4.40$  y una  $b=29.80$ , y en cuanto a la dosis de 150 y 200 ppm fueron relativamente similares; Llegando a tener un comportamiento mejor la dosis mayor (250 ppm), obteniéndose una lectura de  $L=61.63$ ,  $a=14.43$  y una  $b=36.20$  (cuadro 1). Lo que respecta a grados brix, pH, acidéz titulable, y demás variables ó parámetros de calidad, no se encontraron efectos, ya que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos (cuadro 2).

En cuanto a las aplicaciones de precosecha con ethrel se obtuvo mejores resultados de color con las dosis de 150 y 200 ppm de ethrel, al igual que con 250 ppm, la diferencia de que en

Cuadro 1. Respuesta de color (L,a,b) de las variedades de naranja Washintcn, Regional Y Valencia a diferentes dosis de Ethrel aplicado de precosecha.

VARIEDAD	D G S I S (ppm de Ethrel)											
	0		150		200		250					
	L	CGLGR	L	CGLGR	L	COLGR	L	CGLOR	L	CGLOR	L	
WASHINGTON	54.36 <sup>b</sup>	-4.40 <sup>c</sup>	59.46 <sup>ab</sup>	5.10 <sup>c</sup>	60.10 <sup>ab</sup>	9.83 <sup>bc</sup>	61.63 <sup>a</sup>	14.43 <sup>bc</sup>	61.63 <sup>a</sup>	14.43 <sup>bc</sup>	36.20 <sup>a</sup>	
REGIONAL	62.00 <sup>a</sup>	17.70 <sup>b</sup>	59.56 <sup>ab</sup>	26.40 <sup>ab</sup>	59.70 <sup>ab</sup>	26.80 <sup>ab</sup>	59.70 <sup>ab</sup>	28.76 <sup>a</sup>	59.70 <sup>ab</sup>	28.76 <sup>a</sup>	34.26 <sup>ab</sup>	
VALENCIA	62.43 <sup>a</sup>	27.36 <sup>ab</sup>	61.70 <sup>a</sup>	28.70 <sup>a</sup>	62.43 <sup>a</sup>	26.50 <sup>ab</sup>	62.16 <sup>a</sup>	26.53 <sup>ab</sup>	62.16 <sup>a</sup>	26.53 <sup>ab</sup>	35.33 <sup>a</sup>	

L = 6.865

a = 10.186

\* Medias con la misma letra, son iguales significativamente, multiple de turkey a un nivel de significancia de  $p < 0.05$

Cuadro 2.- Respuesta de la Interacción Variedades-Dosis en las Diferentes Variables de Calidad como Firmeza, Grados Brix, pH y Acidez Titulable; en la Aplicación de Ethrel de Precosecha por Rama.

VARIEDAD	DOSIS DE ETHREL(ppm)	FIRMEZA (lb/plg)	GRADOS BRIX	pH	ACIDEZ TITULABLE
WASHINTON	0	8.6 <sup>a*</sup>	10.7 <sup>b</sup>	4.19 <sup>a</sup>	0.856 <sup>a</sup>
	150	7.8 <sup>a</sup>	10.9 <sup>b</sup>	4.24 <sup>a</sup>	0.868 <sup>a</sup>
	200	7.9 <sup>a</sup>	10.6 <sup>b</sup>	4.14 <sup>ab</sup>	0.846 <sup>a</sup>
	250	8.0 <sup>a</sup>	10.7 <sup>b</sup>	4.17 <sup>a</sup>	0.854 <sup>a</sup>
REGIONAL	0	8.7 <sup>a</sup>	13.0 <sup>a</sup>	3.67 <sup>c</sup>	0.751 <sup>c</sup>
	150	9.2 <sup>a</sup>	12.8 <sup>ab</sup>	3.67 <sup>c</sup>	0.751 <sup>c</sup>
	200	8.9 <sup>a</sup>	12.6 <sup>ab</sup>	3.69 <sup>b</sup>	0.754 <sup>bc</sup>
	250	8.3 <sup>a</sup>	13.1 <sup>a</sup>	3.64 <sup>c</sup>	0.745 <sup>c</sup>
VALENCIA	0	10.0 <sup>a</sup>	13.4 <sup>a</sup>	3.87 <sup>bc</sup>	0.792 <sup>bc</sup>
	150	9.6 <sup>a</sup>	12.5 <sup>ab</sup>	3.91 <sup>bc</sup>	0.800 <sup>bc</sup>
	200	10.1 <sup>a</sup>	13.0 <sup>a</sup>	3.92 <sup>b</sup>	0.803 <sup>b</sup>
	250	9.6 <sup>a</sup>	12.5 <sup>ab</sup>	3.85 <sup>bc</sup>	0.788 <sup>bc</sup>
DSH		2.612	2.038	0.244	0.050

\* Medias con la misma letra, son iguales significativamente, según prueba de comparación múltiple de Turkey, a un nivel de significancia de  $p \leq 0.05\%$ .

esta última, la defoliación ó abscisión del árbol fue bastante. Al igual que los resultados obtenidos en California y Florida, las concentraciones bajas (100 y 200 ppm de ethrel) provocaron un mayor desenverdecimiento que las concentraciones altas (300 y 500 ppm), las cuales causaron mucha abscisión de hojas (26,27).

Con respecto al reenverdecimiento de la variedad de naranja "Valencia" que es una característica de esta variedad, con la aplicación de ethrel asperjado al árbol se dá poco este proceso, pudiendose decir que uno de los factores externos que lo favorecen más, viene siendo el riego.

El desenverdecimiento con otras variedades como "Washinton Navel" y "Regional", se mostró diferente a la aspersion de ethrel en el árbol, dando mejor respuesta la naranja "Washinton Navel", pues a mayor concentración de ethrel, más color, en cambio la naranja "Regional" se mantuvo similar en las dosis de 150, 200 y 250 ppm de ethrel, llegando a tener un color ligeramente mejor que las naranjas no tratadas. Coincidiendo con la variedad "Washinton" y diferenciando con "Valencia", lo cual coincide con las aplicaciones de naranja "Hamlin", la cual muestra estos similares efectos (26).

Experimento II.- con la aplicación doble de Ethrel asperjado en todo el árbol de dos variedades. Se obtuvo respuesta, solo en cuanto a variedades con respecto a color y grados brix, en el cual se notó un mayor efecto en la variedad "Valencia" que en la variedad "Regional" (cuadro 3). Como se dijo anteriormente, no se encontró buen efecto en color, en las aplicaciones simple y doble de 100 ppm de Ethrel, con referencia al testigo (árbol sin

Cuadro 3.- Comportamiento de las dos Variedades de Naranja "Regional" y "Valencia" en cuanto a Color (L, a y b) y Grados Brix de la Aplicación Doble de Ethrel (100 ppm) Totalmente al Arbol.

VARIEDAD	C O L O R			G R A D O S B R I X
	L	a	b	
REGIONAL	59.80 <sup>b*</sup>	15.93 <sup>b</sup>	35.54 <sup>a</sup>	11.48 <sup>b</sup>
VALENCIA	62.98 <sup>a</sup>	27.22 <sup>a</sup>	35.55 <sup>a</sup>	13.15 <sup>a</sup>
DSH	1.31	2.97	2.54	0.398

\* Medias con la misma letra, son iguales significativamente, según prueba de comparación múltiple de Turkey, a un nivel de significancia de  $p \leq 0.05\%$ .

aplicar), teniendose en la lectura de color para "L", "a" y "b", para las dos variedades y dosis, como se muestra en el cuadro 4, donde se ve que tanto la naranja aplicada como el testigo, tuvieron valores de coloración similares estadísticamente y visiblemente hablando, solo en ciertos parámetros de calidad, como diametro polar, peso total de fruto, pH y acidéz titulable se encontraron diferencias altamente significativas en la interacción variedad-dosis, de la aplicación simple y doble de ethrel al árbol, como se muestra en el cuadro 5.

Como cita la literatura, que tanto la mandarina "Robinson" y naranja "Hamlin", al llevarse acabo la aspersion de Ethrel, doble al árbol, a intervalos de dos semanas, provocarían efectos de coloración más aceptables (25). En la practica al asperjar ethrel a los arboles de naranja "Regional" y "Valencia", en doble aplicación cada dos semanas, se encontró que a 100 ppm de ethrel con respecto al testigo, no hubo resultados positivos.

Experimento III.- aquí se llevó acabo la aplicación de Carburo de Calcio de postcosecha en diferenres dosis y variedades; En naranja "Washinton" y "Regional" la lectura de color (L, a y b), con respecto a las dosis se comportó de la siguiente manera; El testigo tuvó mejor respuesta, siguiendo con un efecto similar la dosis de 1.25, 2.5 y 5 Kg de Carburo de Calcio ( $Ca_2C$ ), como se muestra en el cuadro 6. Sin embargo en la grafica 1, se puede observar la respuesta de las variedades de naranja en pH después de la aplicación de  $Ca_2C$ , en el cuál se observó un efecto pequeño pero marcado de pH de la variedad "Washinton" en la dosis de 2.5 y 5 Kg de  $Ca_2C$ , en cambio en la

Cuadro 4.- Respuesta de las Variedades de Naranja "Regional" y "Valencia", así como de las Dosis Simple y Doble (100 ppm de Ethrel), Con Respecto a Color (L, a y b), en la Aplicación Doble de Ethrel Totalmente al Arbol.

VARIEDAD	D O S I S (100 ppm de Ethrel)	C O L O R		
		L	a	b
REGIONAL	0	60.40 b*	7.25 b	36.55 a
	100	59.85 b	5.87 c	34.55 a
	2(100)	59.17 b	24.82 ab	35.52 a
VALENCIA	0	64.25 a	24.90 ab	38.07 a
	100	61.75 ab	28.72 a	31.57 a
	2(100)	62.95 ab	28.05 a	37.00 a
DSH		3.45	7.79	6.66

\* Medias con la misma letra, son iguales significativamente, según prueba de comparación múltiple de Turkey, a un nivel de significancia de  $p \leq 0.05\%$ .

Cuadro 5.- Valores de la Interacción de Variedad-Dosis, con Respecto a las Diferentes Variables de Calidad, como son Diámetro Polar, Peso Total del Fruto, pH y Acidez Titulable, de la Aplicación Doble de Ethrel (100 ppm) al Arbol.

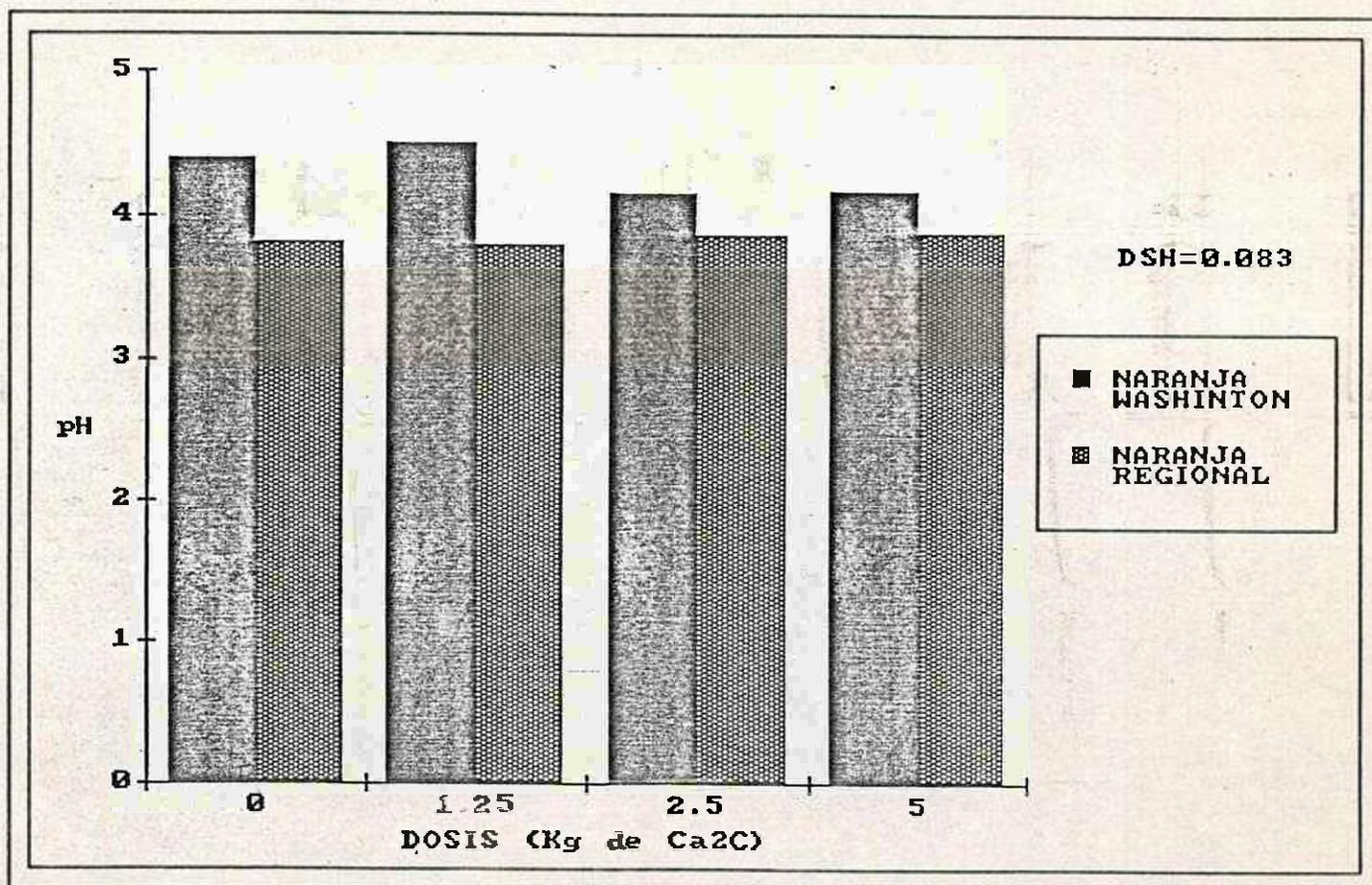
VARIEDAD	DOSIS (ppm de Ethrel)	DIAMETRO POLAR (plg)	PESO TOTAL DE FRUTO (g)	pH	% ACIDEZ TITULABLE
	0	2.609 b*	167 b	3.6 c	0.753 a
REGIONAL	100	3.196 a	258 a	4.2 a	0.865 a
	2(100)	2.850 b	211 ab	3.7 c	0.768 a
	0	2.725 b	166.5 b	3.8 bc	0.781 a
VALENCIA	100	2.534 b	142 b	3.6 c	0.752 a
	2(100)	2.540 b	149 b	3.9 b	0.802 a
DSH		0.334	48.94	0.149	0.1317

\* Medias con la misma letra, son iguales significativamente, según prueba de comparación múltiple de Turkey, a un nivel de significancia de  $p \leq 0.05\%$ .

Cuadro 6.- Lectura de Color (L, a y b) a la Aplicación de Carburo de Calcio ( $\text{Ca}_2\text{C}$ ), de Postcosecha a Diferentes Dosis de Naranja "Washinton Navel" y "Regional".

D O S I S		V A R I E D A D		
(Kg de Ca C)		W A S H I N T O N		R E G I O N A L
0	C L	61.46 b*		59.40 b
	O L a	- 4.16 c		- 3.95 c
	O R b	34.53 b		32.88 b
1.25	C L	68.01 a		67.91 a
	O L a	15.76 ab		13.91 b
	O R b	40.25 a		40.28 a
2.5	C L	67.11 a		66.73 a
	O L a	14.91 ab		13.60 b
	O R b	39.80 a		39.56 a
5	C L	66.98 a		68.93 a
	O L a	17.88 a		15.61 ab
	O R b	39.93 a		39.90 a
DSH		L = 2.18	a = 3.80	b = 2.30

\* Medias con la misma letra, son iguales significativamente, según prueba de comparación múltiple de Turkey, a un nivel de significancia de  $p \leq 0.05\%$ .



Grafica 1.- Respuesta de Naranja "Washinton Navel" y "Regional", a la aplicación de Postcosecha con Carburo de Calcio en diferentes Dosis (0, 1.25, 2.5 y 5 Kg de Ca<sub>2</sub>C) con respecto a su pH.

variedad "Regional" no se encontró efecto significativo. Lo que se refiere al comportamiento de pH con respecto a la interacción de dosis-almacenamiento de las naranjas "Washinton Navel" y "Regional" de la aplicación de  $\text{Ca}_2\text{C}$  de postcosecha, se encontró que no hubo ningún efecto en la variedad "Regional", con respecto a la dosis y almacenamiento, así como en la variedad "Washinton" en cuanto a las dosis, sin almacenamiento (cero días), con la excepción de la dosis de 2.5 y 5 Kg de  $\text{Ca}_2\text{C}$  a 7 días a  $5^\circ\text{C}$ , donde se observó un pequeño efecto, pero significativo, donde los valores variaron de 4.17 a 4.16 respectivamente (cuadro 7).

La respuesta de los grados brix, a la interacción de las variedades y dosis en naranja "Washinton" y "Regional" aplicadas con  $\text{Ca}_2\text{C}$  de postcosecha. Se encontró la mayor respuesta en la variedad "Washinton" en las dosis de 1.25 Kg de  $\text{Ca}_2\text{C}$ , siendo un valor de grados brix de 11.53; En las variedades "Washinton" y "Regional", en las dosis de 2.5 y 5 Kg de  $\text{Ca}_2\text{C}$  se encontraron valores estadísticamente similares, encontrándose en la variedad "Washinton" testigo y en la naranja "Regional" testigo y 1.25 Kg de  $\text{Ca}_2\text{C}$ , los menores valores de grados brix (cuadro 8).

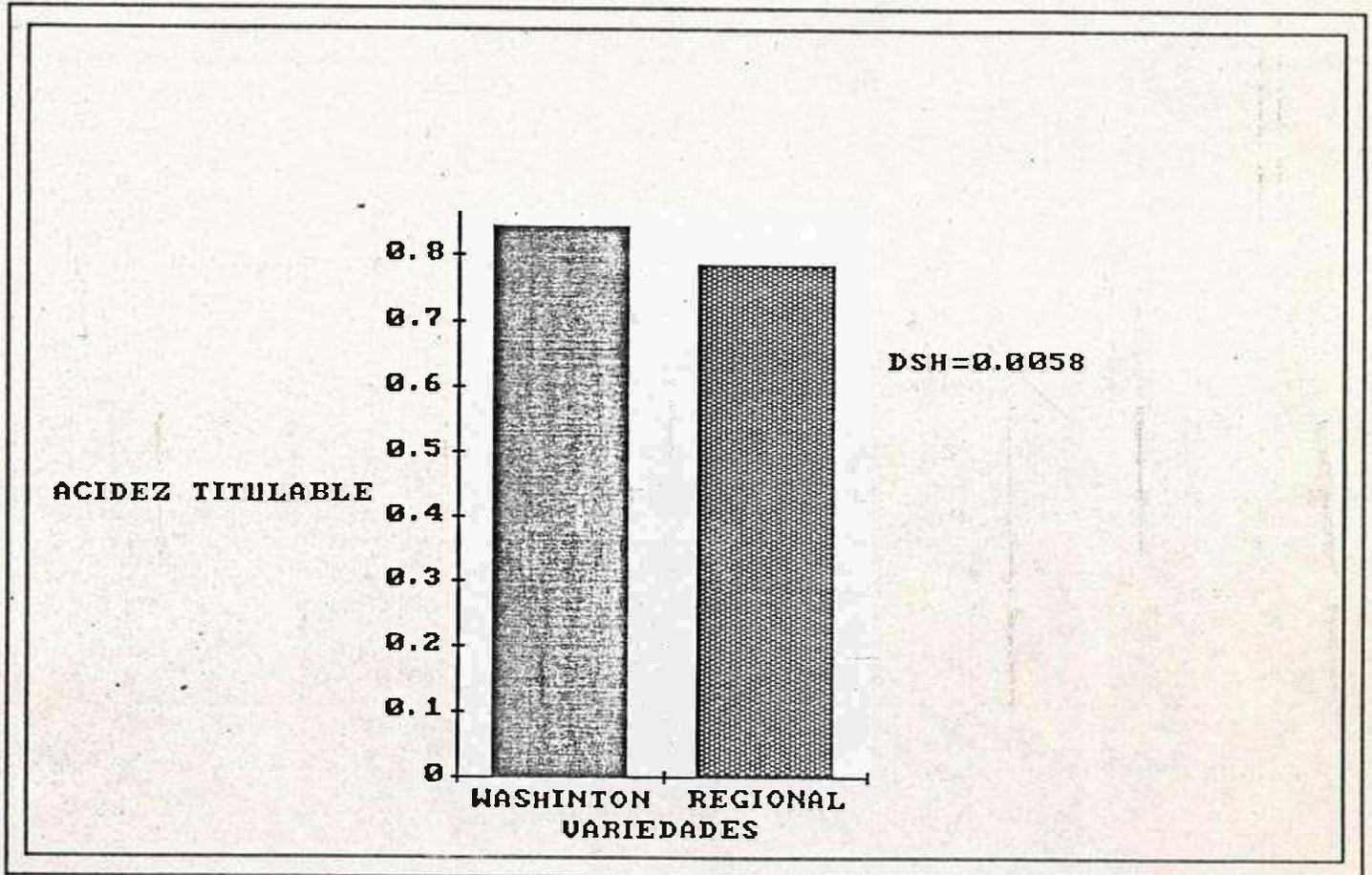
Así mismo en la grafica 2 se puede observar el comportamiento de la naranja "Washinton" y "Regional" con respecto a la acidéz titulable de las aplicaciones de postcosecha de  $\text{Ca}_2\text{C}$ , en el cual se obtuvo una mayor respuesta de la naranja "Washinton", con un valor de 0.8404% de acidéz titulable, y en cambio la variedad "Regional", su valor fue menor dando 0.7894% de acidéz titulable. Los valores de acidéz titulable en base al almacenamiento de naranja "Washinton" y "Regional" aplicadas con

Cuadro 7.- Valores de pH de Naranja "Washinton" y "Regional", con respecto a Almacenamiento y Dosis (0, 1.25, 2.5 y 5 Kg de Ca<sub>2</sub>C), después de la Aplicación de Postcosecha de Ca<sub>2</sub>C.

VARIEDAD	ALMACENAMIENTO (días a 5 C)	D O S I S (Kg de Ca C)			
		0	1.25	2.5	5
WASHINTON	0	4.10 a*	4.15 a	4.17 a	4.20 a
	7	3.97 b	3.95 bc	4.17 a	4.16 a
REGIONAL	0	3.83 c	3.88 bc	3.84 c	3.97 b
	7	3.82 c	3.75 c	3.96 b	3.82 c

DSH = 0.118

\* Medias con la misma letra, son iguales significativamente, según prueba de comparación múltiple de Turkey, a un nivel de significancia de  $p \leq 0.05\%$ .



Grafica 2.- Comportamiento de Naranja "Washington Navel" y "Regional", con respecto a la Acidez Titulable de las aplicaciones en Postcosecha de Carburo de Calcio.

Cuadro 8.- Respuesta de los Grodos Brix a la Interacción Variedad-Dosis de Naranja "Washinton" y "Regional", Aplicadas con Ca<sub>2</sub>C de Postcosecha.

V A R I E D A D	D O S I S (Kg de Ca C)			
	0	1.25	2.5	5
WASHINGTON	10.48 *	11.53	10.98	10.96
REGIONAL	10.70	10.51	11.01	10.93

DSH = 0.66

\* Medias con la misma letra, son iguales significativamente, según prueba de comparación múltiple de Turkey, a un nivel de significancia de  $p < 0.05\%$ .

Ca C de postcosecha, se puede notar una tendencia a disminuir la acidéz de cero días a 7 días de almacenamiento a 5°C, notándose más en la variedad "Washinton" con valores de 0.8500% en testigo (cero días) y a 7 días de 0.8309% de acidéz titulable (cuadro 9). Con respecto a la respuesta de acidéz titulable a la interacción de dosis-almacenamiento, con respecto a las variedades de naranja "Washinton" y "Regional" de la aplicación de Ca<sub>2</sub>C, se encontró que tanto a cero días como a 7 días de almacenamiento, la variedad "Washinton" tuvo un mayor efecto en acidéz titulable, solo que se observó un incremento significativo de las dosis de 2.5 y 5 Kg de Ca<sub>2</sub>C, en la misma variedad. En cambio en naranja "Regional" solo en cero días de almacenamiento, tuvo un efecto significativamente mayor en la dosis de 5 Kg de Ca<sub>2</sub>C (0.8118% de acidéz titulable), mostrando un efecto en las demás dosis y almacenamiento a 5°C (cuadro 10).

Se ha encontrado que todos los frutos expuestos con etileno, por 5 y 9 días, fueron madurados. Los incrementos más grandes ocurrieron en todos los cultivos al exponer las muestras de mandarina "Robinson" y "Lee", con etileno por lo menos dos días a 9 ppm de etileno (25). En el presente experimento no se obtuvo buena respuesta en naranja "Washinton" y "Regional", ya que la variedad "Washinton" fue la que mostró un pequeño efecto de coloración a una dosis de 1.25 Kg de Ca<sub>2</sub>C, o sea 2 ppm de etileno, a dos días de exposición. Se cita (20) que experimentos llevados a cabo en mandarina "Robinson", "Orlando" y naranja "Valencia", se desarrolló un color muy bueno, cuando se expuso 12 días con 10 ppm de etileno, sin embargo se obtuvieron efectos

Cuadro 9.- Valores de Acidéz Titulable con Respecto a Almacenamiento de Naranja "Washington" y "Regional", Aplicadas con Ca<sub>2</sub>C en Postcosecha.

V A R I E D A D	A L M A C E N A M I E N T O (días a 5°C)	
	0	7
WASHINGTON	0.8500 a*	0.8309 b
REGIONAL	0.7941 c	0.7847 c

DSH = 0.011

\* Medias con la misma letra, son iguales significativamente, según prueba de comparación múltiple de Turkey, a un nivel de significancia de  $p \leq 0.05\%$ .

Cuadro 10.- Comportamiento de la Acidéz Titulable Generado por la Interacción Dosis-Almacenamiento de las Aplicaciones a Naranja "Washinton" y "Regional" con Ca<sub>2</sub>C en Postcosecha.

VARIEDAD	ALMACENAMIENTO (días a 5º C)	D O S I S (Kg de Ca <sub>2</sub> C)			
		0	1.25	2.5	5
WASHINTON	0	0.8384 b	0.8486 b	0.8587 ab	0.8602 a*
	7	0.8118 c	0.8084 c	0.8527 ab	0.8507 ab
REGIONAL	0	0.7832 d	0.7948 d	0.7866 de	0.8118 c
	7	0.7811 e	0.7668 f	0.8098 c	0.7811 e

DSH = 0.011

\* Medias con la misma letra, son iguales significativamente, según prueba de comparación múltiple de Turkey, a un nivel de significancia de  $p \leq 0.05\%$ .

sobresalientes en las dosis más altas de etileno, solo en ciertas variables de calidad como pH, acidéz titulable y grados brix.

Con respecto al Experimento IV; La respuesta del peso total del fruto y firmeza a almacenamiento con la aplicación de  $Ca_2C$  en postcosecha de naranja "Valencia" a diferentes tiempos de exposición, se obtuvo la mejor respuesta sin almacenamiento, siendo de 203.87 g, siguiendo el tratamiento a 14 días de almacenamiento y por último a los 7 días de almacenamiento a  $5^{\circ}C$  con un valor de 171.18 g. Por otra parte en firmeza, se obtuvo la respuesta mayor a 7 días de almacenamiento a  $5^{\circ}C$  que fue de 8.87 lb/plg, siguiendo el testigo con 8.67 lb/plg y con un valor estadísticamente menor de 8.36 lb/plg a los 14 días de almacenamiento (cuadro 11).

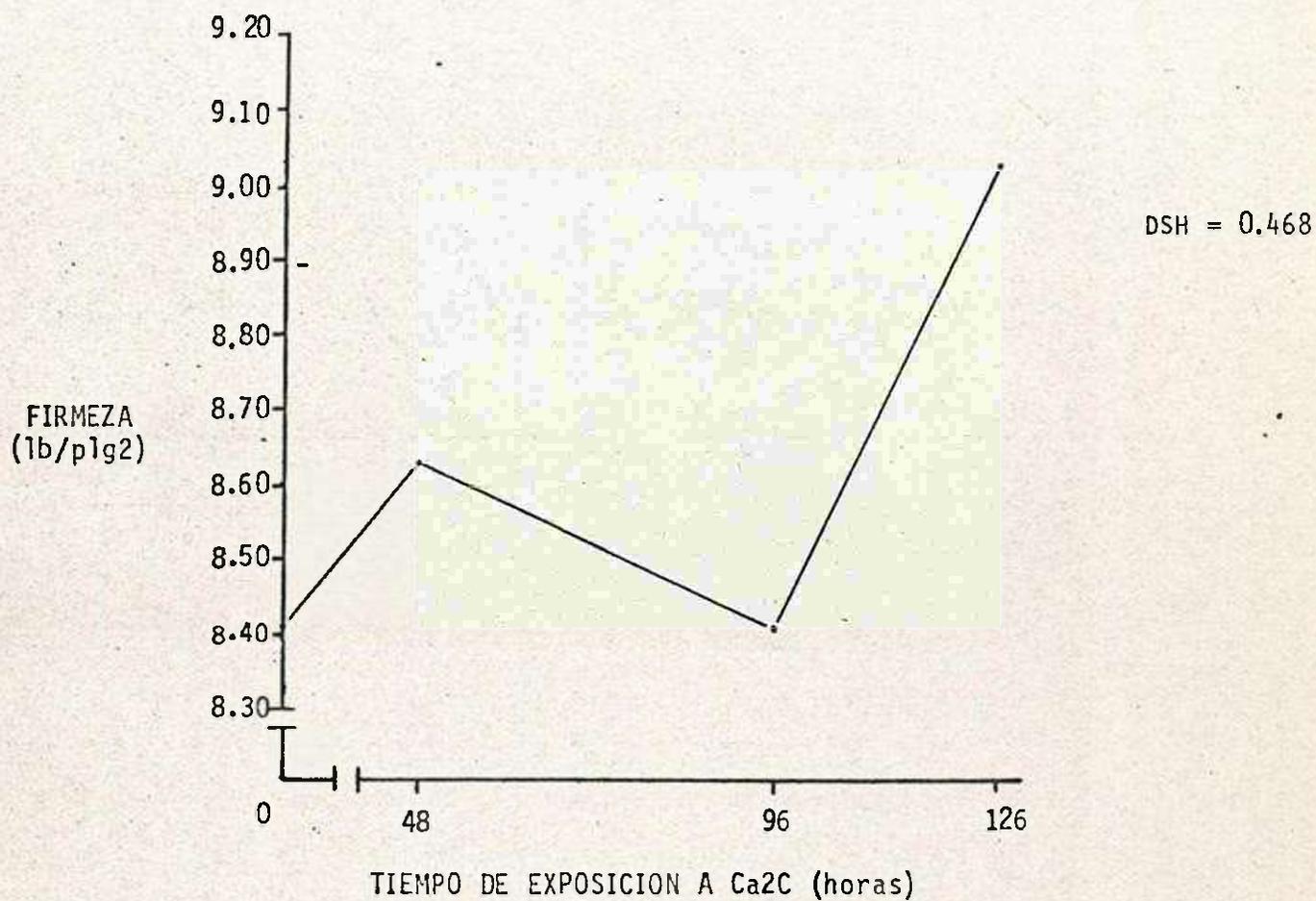
En cuanto a los valores de firmeza, con respecto al tiempo de exposición de naranja valencia, aplicada con  $Ca_2C$  es postcosecha como llegó a tener, una baja firmeza en el testigo de 8.416lb/plg<sup>2</sup>, aumentando a los 48 horas de exposición a  $Ca_2C$ , llegando a 8.683 lb/plg, descendiendo al mismo valor del testigo a 96 horas de exposición  $Ca_2C$  (grafica 3). Con respecto a firmeza, en la interacción de tiempo de exposición y almacenamiento con la aplicación de postcosecha de  $Ca_2C$  a naranja "Valencia", se obtuvo que la más alta firmeza fue a 96 y 126 horas de exposición sin almacenamiento, así como a 48 y 126 horas de exposición de  $Ca_2C$  y 7 días de almacenamiento, y a 48 horas de exposición con 14 días de almacenamiento (cuadro 12).

Cuadro 11.- Respuesta de Peso Total de Fruto y Firmeza en cuanto a Almacenamiento de la Aplicación de  $Ca_2C$  en Postcosecha de Naranja "Valencia" a Diferentes Tiempos de Exposición.

ALMACENAMIENTO (días a 5°C)	PESO TOTAL DEL FRUTO ( g )	F I R M E Z A (lb/plg )
0	203.87 *	8.67
7	171.18	8.87
14	187.16	8.36
DSH	22.17	0.364

\* Medias con la misma letra, son iguales significativamente, según prueba de comparación múltiple de Turkey, a un nivel de significancia de  $p \leq 0.05\%$ .

Grafica 3.- Valores de Firmeza, con respecto al tiempo de Exposición de naranja "Valencia", con la aplicación de Carburo de Calcio.



Cuadro 12.- Firmeza (lb/plg ) obtenida de la Interacción del  
 Tiempo de Exposición-Almacenamiento de la  
 Aplicación de  $Ca_2 C$  a Naranja "Valencia" en  
 Postcosecha.

ALMACENAMIENTO (días a 5 <sup>o</sup> C)	T I E M P O D E E X P O S I C I O N (hrs)			
	0	48	96	126
0	8.45 *	7.50	9.50	9.25
7	8.45	9.50	8.30	9.25
14	8.35	9.05	7.45	8.60

DSH = 0.810

\* Medias con la misma letra, son iguales significativamente, según prueba de comparación múltiple de Turkey, a un nivel de significancia de  $p \leq 0.05\%$ .

El peso total del fruto (g), obtenido de la interacción de tiempo de exposición y almacenamiento de la aplicación en postcosecha de naranja "Valencia" con  $\text{Ca}_2\text{C}$ , como se muestra en el cuadro 13, se observa la mayor respuesta a 96 horas de exposición a  $\text{Ca}_2\text{C}$ , sin almacenamiento, con un peso total del fruto de 248.80 g, siendo de similar valor estadísticamente todos los demás tiempos de exposición (48, 126 horas y testigo), sin almacenamiento, de 48, 126 horas y testigo a 7 días de almacenamiento a  $5^\circ\text{C}$  y por último de 48, 96 y 126 horas y testigo a 14 días de almacenamiento a  $5^\circ\text{C}$ , con excepción del tiempo de exposición de 96 horas en  $\text{Ca}_2\text{C}$ , y almacenados a 7 días a  $5^\circ\text{C}$ , dando un valor mínimo de peso total del fruto de 110.20 g, no encontrándose una tendencia de pérdida de peso con cada uno de los tratamientos, como comunmente sucede cuando se usa etileno para maduración (10).

Al analizar el comportamiento de pH generado, por la interacción de tiempo de exposición-almacenamiento en la aplicación de postcosecha a naranja "Valencia" con  $\text{Ca}_2\text{C}$  como se encontró que el mejor resultado fué a 96 horas de exposición a  $\text{Ca}_2\text{C}$ , sin almacenamiento, siendo de 3.93 (cuadro 14).

Sin embargo en cuanto a la respuesta de por ciento de acidéz titulable con respecto a la interacción de tiempo de exposición-almacenamiento, en la aplicación de postcosecha de naranja "Valencia" con  $\text{Ca}_2\text{C}$ , se obtuvo que las interacciones mas sobresalientes fueron testigo y 48 horas de exposición a  $\text{Ca}_2\text{C}$  con 7 días de almacenamiento a  $5^\circ\text{C}$ , obteniéndose los valores de 0.796 y 0.801 por ciento de acidéz respectivamente, y sin almacenamiento

Cuadro 13.- Peso Total de Fruto (g) obtenido de la Interacción de Tiempo de Exposición-Almacenamiento de la Aplicación en Postcosecha de Naranja "Valencia" con  $Ca_2$ .

ALMACENAMIENTO (días a 5° C)	T I E M P O D E E X P O S I C I O N (hrs)			
	0	48	96	126
0	190.10 *	183.65	248.80	192.95
7	197.65	189.95	110.20	186.95
14	178	178.60	198.60	193.45

DSH = 49.36

\* Medias con la misma letra, son iguales significativamente, según prueba de comparación múltiple de Turkey, a un nivel de significancia de  $p < 0.05\%$ .

Cuadro 14.- Comportamiento de pH, Generado por la Interacción de  
 Tiempo de Exposición-Almacenamiento en la Aplicación  
 de Postcosecha a Naranja "Valencia" con  $Ca_2C$ .

ALMACENAMIENTO (días a 5° C)	T I E M P O D E E X P O S I C I O N (hrs)			
	0	48	96	126
0	3.80 *	3.59	3.93	3.90
7	3.89	3.92	3.64	3.87
14	3.63	3.84	3.79	3.69

DSH = 0.226

\* Medias con la misma letra, son iguales significativamente, según prueba de comparación múltiple de Turkey, a nivel de significancia de  $p \leq 0.05\%$ .

y durante 96 y 126 horas de exposición a  $Ca_2C$  fueron de 0.803 y 0.797 por ciento de acidéz titulable (cuadro 15).

En algunos trabajos reportados la exposición del fruto de naranja a 10 ppm de etileno a  $25^{\circ}C$  resultó en un desenverdecimiento substancial o una mejoría de color, dichos cambios de color, fueron rápidos, para los primeros 4 o 5 días después de aplicados (21). En los experimentos realizados las dosis donde se observó mayor efecto comparativamente hablando, de 2, 4 y 8 ppm de etileno fué de 4 ppm a  $25^{\circ}C$  y no se observó un buen efecto en cuanto a color, con su respectivo tiempos de exposición (0, 48, 96 y 126 horas a  $Ca_2C$ ) y almacenamiento (0, 7 y 14 días a  $5^{\circ}C$ ). Solo en otras variables, como pH, acidéz titulable, firmeza y grados brix, se encontró un efecto considerable, como se demostró anteriormente, no observándose la tendencia normal de los frutos aplicados con etileno, tales como aumento de pH, pérdida de acidéz titulable, pérdida de firmeza y aumento en grados brix, aunque presumiblemente puede deberse a la aleatoria de los muestreos (10, 12).

El experimento V.— que concierne a las aplicaciones de postcosecha sumergiendo los frutos de naranja "Washinton Navel" en Ethrel (ácido 2-cloroetilfosfonico) y almacenarlo a  $20^{\circ}C$ , durante 4, 8 y 12 días; no se encontraron diferencias significativas de color, en lo que se refiere a dosis y almacenamiento de la naranja, y solo en cuanto almacenamiento se reflejó una tendencia similar de los valores de color, siendo estos que entre más días de almacenados más se acentuaba un color más característico, en las diferetes lecturas de color tanto "L",

Cuadro 15.- Respuesta de la Acidéz Titulable con Respscto a la Interacción de Tiempo de Exposición-Almacenamiento de la Aplicación de Postcosecha en Naranja "Valencia" con Ca<sub>2</sub>C.

TIEMPO DE EXPOSICION (hrs)	ALMACENAMIENTO (días a 5°C)		
	0	7	14
0	0.777 *	0.796	0.753
48	0.734	0.801	0.786
96	0.803	0.742	0.772
126	0.797	0.792	0.755

DSH = 0.051

\* Medias con la misma letra, son iguales significativamente, según prueba de comparación múltiple de Turkey, a un nivel de significancia de  $p \leq 0.05\%$ .

"a" y "b" (Cuadro 16). Lo que se refiere a las demás variables o parámetros de calidad como pH, grados brix, acidéz titulable, no hubo diferencias entre tratamientos y tiempo de almacenamiento.

En las aplicaciones de postcosecha de Ethrel, no se encontró una buena respuesta de las aplicaciones de 100, 200, 300 y 400 ppm de Ethrel, ya que en cuanto a color, fué similar al testigo. Al igual que en la literatura (3), que al sumergir naranja en 1000 ppm de Ethrel, se obtiene un regular color. En la práctica se ha observado que en las diferentes variedades, el aumento de color es poco pero gradual. en naranja "Washington Navel" al aplicar Ethrel de postcosecha y almacenarlo a 20°C, la naranja adquiere un color óptimo aproximadamente a las 2 semanas, encontrándose que dan mejor resultado las aplicaciones de precosecha de Ethrel, en cuanto a la coloración de naranja, que se encuentra fisiológicamente madura, que las aplicaciones de postcosecha de Ethrel. De la misma manera se cita que el Ethrel aplicado de postcosecha da una menor respuesta de color, siendo la aplicación de precosecha la que produce mejor efecto en la naranja (14).

Cuadro 16.- Valores de Coloración (L, a y b) de Naranja "Washinton Navel", Sumergidas en Ethrel (100, 200, 300 y 400 ppm) a Diferentes Tiempos de Almacenamiento (4, 8, 12 días a 20°C).

ALMACENAMIENTO (días a 20°C)	C	O	L	O	R
	L	a		b	
4	55.17	*	-5.13		29.73
8	64.58		6.57		38.32
12	67.58		16.16		41.01
DSH	0.995		1.757		0.732

\* Medias con la misma letra, son iguales significativamente, segun prueba de comparación multiple de Turkey, a un nivel de significancia de  $p \leq 0.05\%$ .

## CONCLUSIONES

### Experimento I

- 1.- La variedad que mostró, la mejor respuesta de color a la aspersión de Ethrel fue "Washinton Navel".
- 2.- Las mejores dosis de la aplicación de Ethrel, de precosecha asperjado al árbol, fueron 200 y 250 ppm.
- 3.- Las aplicaciones de Ethrel, no alteraron los niveles de grados brix, acidéz titulable y demás variables diferentes de color.
- 4.- La mejor dosis de precosecha de Ethrel, para naranja "Valencia" es de 150 ppm .

### Experimento II

- 1.- La doble aplicación de Ethrel de precosecha, al comparar variedades se obtuvo respuesta solo de color y grados brix, dándose el mejor efecto en la variedad "Valencia".
- 2.- En cuanto a las demás variables, en la doble aplicación de Ethrel de precosecha, donde se encontró buen efecto fue en pH, acidéz titulable, diametro polar y peso total del fruto de la interacción variedad-dosis.

### Experimento III

- 1.- La aplicación de Carburo de Calcio ( $\text{Ca}_2\text{C}$ ) a naranjas "Washinton Navel" y "Regional" con respecto a color mostraron un mejor efecto que las naranjas no aplicadas.
- 2.- Tuvó mejor respuesta la naranja "Washinton Navel" a pH y acidéz titulable con la aplicación de  $\text{Ca}_2\text{C}$  de postcosecha.
- 3.- Tanto la dosis y almacenamiento, presentaron el mismo comportamiento , para pH y acidéz titulable; Siendo la mejor

respuesta la dosis de 2.5 Kg de  $Ca_2C$  y sin almacenamiento a naranja "Washinton Navel" y "Regional".

4.- En la interacción dosis-almacenamiento el efecto mayor en pH y acidéz titulable fue a 5 Kg de  $Ca_2C$ , sin almacenamiento para la naranja "Washinton Navel" y "Regional".

5.- Se obtuvo mejor resultado de grados brix, en la interacción variedad-dosis en la naranja "Washinton Navel", con 11.53 .

#### Experimento IV

1.- El mejor peso total del fruto fue de 203.87 g , obtenido sin almacenamiento y la mayor firmeza fue de 8.87 lb/plg<sup>2</sup> a 7 días de almacenamiento en 5°C, después de la aplicación de  $Ca_2C$  de postcosecha de naranja "Valencia" a diferentes tiempos de exposición.

2.- Con la aplicación de  $Ca_2C$  en postcosecha, se encontró que la mejor firmeza fue de 9.03 lb/plg<sup>2</sup> a 126 horas de exposición a  $Ca_2C$  de naranja "Valencia", siendo la menor de 8.41 lb/plg<sup>2</sup> que fue del testigo.

3.- El mejor valor de pH se obtuvo a 96 horas de exposición y sin almacenamiento, siendo de 3.93, de la interacción tiempo de exposición-almacenamiento.

4.- Para la acidéz titulable se encontró la mayor respuesta a 7 días de almacenamiento sin exposición y a 48 horas de exposición, así como sin almacenamiento a 96 y 126 horas de exposición de la aplicación de  $Ca_2C$  de postcosecha en naranja "Valencia".

### Experimento V

1.- Al sumergir naranja "Washinton Navel" en Ethrel, su mejor efecto en cuanto a color, se observó después de 12 días de almacenada a 20°C.

2.- La inmersión en Ethrel de naranja "Washinton Navel" en las distintas dosis (100, 200, 300 y 400 ppm), no hubo efectos deseables en grados brix, acidéz titulable y demás parámetros de calidad.

## BIBLIOGRAFIA

- 1.- A.O.A.C. 1984. Official Methods of Analysis. Edition 14th. Williams S., Ed. Published by the Association of Official Analytical Chemists. Washington, D.C. 1141 p.
- 2.- Chamarro, J. y M. Yago. 1985. Actividad de la Peroxidasa en el Flavedo de las Naranjas en Relación con los Cambios de Color Inducidos Mediante Tratamiento con Etileno. *Agroquímica de Tecnología de Alimentos*. 25(4): 545-515.
- 3.- Cooper, W. C.; G.K. Rasmussen and E.S. Waldon. 1969. Ethylene Evolution stimulated by Chilling in Citrus and Persea sp. *Plant Physiology* 44, 1194-1196.
- 4.- Craft, C.C. 1970. Respiratory Response of Lemons to Ethylene. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 95(6): 689-692.
- 5.- Eaks, L.I. and J.A. Dawson. 1979. The Effect of Vegetative Ground Cover and Ethylene Degreening on "Valencia" Rind Pigments. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 104(1): 105-109.
- 6.- El-Kazzar, M. K.; A. Chordas and A. A. Kader. 1983. Physiological and Compositional Changes in Oranges Fruit in Relation to Modification of their Susceptibility to *Penicillium italicum* by Ethylene Treatments. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 108 (4): 618-621.
- 7.- Evensen, B. K.; M. G. Bausher and B. R. Hilton. 1981. Ethylene Production by "Valencia" Peel Explants Treated with Abscission Accelerating Compounds. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 106(1): 57-60.
- 8.- Grierson, W.; H. Fawzeya and M. Oberbacher. 1972. Ethephon for Postharvest Degreening of Oranges and Grapefruit. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 97(4): 541-544.
- 9.- Holm, R. E. and W. C. Wilson. 1977. Ethylene and Fruit Loosening from Combinations of citrus Abscission Chemicals. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 102(5): 576-579.
- 10.- Kitagua, H.; K. Kawada and T. Tarutani. 1978. Effectiveness of Ethylene Degreening of Certain citrus Cultivars. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 103(1): 113-115.

- 11.- Kossuth, S. V. and R. H. Biggs . 1977. Fruit Removal Force, Cellulase and Ethylene Production in Release and Ethephon-treated Oranges. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 102(5): 609-612.
- 12.- Lima, J. E. and F.S. Davies. 1984. Growth Regulators, Fruit Drop, Yield, and Quality of "Navel" orange in Florida. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 109(1): 81-84.
- 13.- Montaña, M., y L. S. Ayala. 1985. Producción de Cítricos en Sonora de 1985. Universidad de Sonora. Escuela de Agricultura y Ganadería. Departamento de Horticultura.
- 14.- Otto, L. J. 1973 . Degreening Citrus Fruit Postharvest Applications of (2-Chloroethyl) phosphonic Acid (Ethephon). J. Amer. Soc. Hort. Sci. 98(3): 230-233.
- 15.- Rasmussen, G. K.; J. R. Furr and W. Cooper. 1969. Ethylene Production by Citrus Leaves from trees Grown in Artificially Salinized Plots. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 94(6): 640-641.
- 16.- Rogers, B.J. and C. Hurley. 1971. Ethylene and the Appearance of the Albedo Macerating Factor in Citrus. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 96 (6): 811-813.
- 17.- Stephen, P. M. and A. Huff . 1986. Accumulation of Chlorophyll, Chloroplastic Proteins, and Thylakoid Membranes During Reversion of Chromoplasts to Chloroplasts in Citrus sinensis Epicarp. Plant Physiol. 81: 30-35.
- 18.- Warner, H. and A. C. Leopold. 1969. Ethylene Evolution From 2-Chloroethyl phosphonic Acid. Plant Physiol. 44: 156-158.
- 19.- Waver, R. J. 1980. Efectos Biologicos y Mecanismos de Acción del Etileno. Reguladores de Crecimiento de las Plantas en la Agricultura. Ed. Trillas. pp. 134-137.
- 20.- Wheaton, T. A. and I. Stewart. 1973. Optimum Temperature and Ethylene Concentrations for Postharvest Development of Carotenoid Pigments in Citrus. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 98(4): 337-340.
- 21.- Wheaton, A.; W. Wilson and R. Holm. 1977. Abscission Response and Color Changes of "Valencia" Oranges. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 102(5): 580-583.
- 22.- Wilde, C. R. 1971. Practical Applications of (2-Chloroethyl) phosphonic acid in Agricultural Production. Hort. Sci. 6(4): 12-15.

- 23.- Yang, S. F. 1969. Ethylene Evolution From 2-Chloroethyl phosphonic Acid. Plant Physiol. 44: 1203-1204.
- 24.- Yoram, F. and A. Cohen. 1969. Degreening of Citrus Fruit with Ethrel (Amchem 66-329). J. Amer. Soc. Hort. Sci. 94(6): 617-618.
- 25.- Young, R. and O. Jahn. 1972. Ethylene-Induced Carotenoid Accumulation in Citrus Rinds. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 97(2): 258-261.
- 26.- Young, R. and O. Jahn. 1972. Degreening and Abscission of Citrus Fruit with Preharvest Applications of (2-Chloroethyl) phosphonic acid (Ethephon). J. Amer. Soc. Hort. Sci. 97(2): 237-241.
- 27.- Young, R.; O. Jahn.; W. Cooper and J. Smoot. 1970. Preharvest sprays with 2-Chloroethyl phosphonic Acid to Degreen "Robinson" and "Lee" Tangerine Fruits. Hort. Sci. 5(4): 268-269.