

APLICACIONES DE ETEFON EN PRECOSECHA EN NARANJA 'JAFFA' (*Citrus sinensis* L. Osbeck) EN LA REGION DE MARTINEZ DE LA TORRE, VER., MEXICO.

Gaona Ponce, M.¹; G. Almaguer V.; J. Corrales²

RESUMEN. Se realizaron aspersiones de etefón (ácido 2-cloroetil fosfónico) a 0, 100, 300 y 500 mg.L⁻¹ el 23 y 30 de septiembre de 1989, en árboles de naranja 'Jaffa' con frutos que presentaban inicios de cambio de color de verde a amarillo ('rayado'), para evaluar su efecto en las características del fruto y daños al árbol. Los resultados demostraron que no se tienen efectos significativos en las características de calidad interna, como sólidos solubles (SST), acidez, SST/acidez, porcentaje de jugo, ni en el tamaño (diámetro polar y ecuatorial), peso, firmeza del fruto y contenido de clorofila de la cáscara, aunque en esta última se notó una tendencia a disminuir su nivel a medida que se incrementó la dosis. Se obtuvo una diferencia notable en la coloración de los frutos, la dosis de 500 mg.L⁻¹ aplicada el 30 de septiembre fue el tratamiento que mejor coloración presentó. El daño al árbol pudo observarse en la caída de hojas y frutos. Cuando se incrementó la dosis de etefón, se incrementó el porcentaje de hojas caídas y el número de frutos caídos, siendo las dosis de 300 y 500 mg.L⁻¹ las que más hojas y frutos tiraron.

PALABRAS CLAVE: Adelanto de cosecha, abscisión.

PREHARVEST APPLICATIONS OF ETHEPHON ON 'Jaffa' ORANGES (*Citrus sinensis* L. Osbeck) IN MARTINEZ DE LA TORRE, VER., MEXICO

SUMMARY. Sprays of ethephon (2-chloroethyl phosphonic acid) applied at 0, 100, 300 and 500 mg.L⁻¹ were done in September 23rd. and 30th. in 1989, on 'Jaffa' orange trees, when fruits initiated to change color from green to yellow (color break), to evaluate its effect on fruit characteristics and injury to trees. Results showed no significant effects on internal quality characteristics as total soluble solids (TSS), acid, TSS/acid ratio, juice percent; neither on size (polar and equatorial diameter), weight, fruit firmness and chlorophyll content, although in this last it was noted a tendency to decrease as rate of ethephon increased. An evident difference was obtained in fruit color. Ethephon at 500 mg.L⁻¹ applied September 30th. was the best treatment to promote yellow color. Injury to trees was noted in drop leaf and drop fruits. Leaf drop percent and fruit drop number increased when ethephon rates were increased. Doses of 300 and 500 mg.L⁻¹ were the ones causing more leaf and fruit abscission.

KEY WORDS: Forced production, abscission.

INTRODUCCION

La naranja presenta el problema de concentración de la producción durante los meses de noviembre hasta abril, lo que provocó variabilidad estacional en los precios de venta, alcanzando los mejores precios al inicio y al final de la temporada (Ramírez, 1982). La naranja (*Citrus sinensis* L. Osbeck) se concentra en los meses de noviembre y diciembre.

Ante este problema, una opción es adelantar la fecha de cosecha y/o utilizar cultivares más precoces como el 'Jaffa'. Para esto se ha encontrado que las aplicaciones de etefón (ácido 2-cloroetil fosfónico), que es un compuesto que libera etileno en los tejidos de las

plantas, acelera la maduración de frutos en precosecha (Bidwell 1990; Cuellar, 1988; González, 1989; Lugo, 1980).

Se ha establecido que, por lo regular, los cítricos alcanzan un grado de madurez interno aceptable aun cuando su apariencia externa no esté coloreada y que la aplicación de etefón en esta etapa elimina el color verde y no afecta la calidad interna (Lugo, 1980; Gravingna, 1985; Cuellar, 1988). Cuellar (1988) encontró que dosis de 0 a 500 ppm aplicadas foliarmente en tangerina 'Dancy' (*Citrus reticulata* Blanco) no tienen efecto significativo sobre el porcentaje de jugo, los sólidos solubles totales (SST), la acidez y la relación SST/acidez.

1 Autor. Depto. de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México. C.P. 56230.

2 Profesores-investigadores del Depto. de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México. C. P. 56230. Responsables de la publicación y a quien dirigirse.

Tampoco encontró diferencias significativas para otros parámetros de calidad medidos, como el peso, el tamaño y la firmeza del fruto.

Diversos investigadores (Cooper *et al.*, 1969; Young *et al.*, 1970; Young y Jahn, 1972a) han encontrado que aplicaciones de 200 a 500 mg.L⁻¹ de etefón a árboles de cítricos, reducen significativamente los niveles de clorofila de la cáscara de la fruta de algunos cultivares de cítricos, y hay poca o nula eliminación del color verde de los frutos a menos de 100 mg.L⁻¹. Aplicaciones de 50 a 500 mg.L⁻¹ pueden causar acumulación de carotenoides en algunas tangerinas como 'Robinson' (*Citrus reticulata* Blanco x (*Citrus paradisi* Macf. x *C. reticulata* Blanco)) y 'Dancy' (*C. reticulata* Blanco); mientras que en otros cultivares como naranja 'Hamlin' (*C. sinensis* L. Osbeck) y limones 'Berass' (*C. limon* L. Burm) se requirieron hasta dos aplicaciones de 500 mg.L⁻¹ para acumular carotenoides (Young y Jahn, 1972a). Cuellar (1988) observó la misma tendencia encontrada por otros autores, que es disminuir el nivel de la clorofila a medida que se incrementa la dosis de etefón. También encontró que la dosis de 500 mg.L⁻¹ fue la más efectiva para acelerar el índice de color evaluado. Por lo anteriormente mencionado, se reconoce que la aplicación exógena del etefón, por la liberación del etileno, incrementa el contenido de carotenoides y destruye la clorofila, aunque existen reportes (Young y Jahn, 1972b) que si el etefón es aplicado en altas concentraciones puede inhibir la acumulación de carotenoides de la cáscara en naranjas 'Navel' e inhibir la destrucción de clorofila en naranja 'Shamouti'.

Se ha observado también la tendencia a provocar caída de hoja y fruto por el efecto abscísico del etileno liberado (Young *et al.*, 1970; Young y Jahn, 1972a). Concentraciones bajas entre 50 y 100 mg.L⁻¹ no provocan caída excesiva de hoja y fruto de cultivares como tangerinas 'Dancy' y naranjas 'Hamlin'. Con concentraciones de 200 a 500 mg.L⁻¹ se producen defoliaciones del 10 al 45% en tangerinas 'Robinson' y 'Lee'. Altas concentraciones, como 500 mg.L⁻¹, pueden provocar caída del fruto del 40% en tangerinas 'Robinson' y hasta el 90% en tangerinas 'Nova'.

Como objetivo de este trabajo se estableció evaluar cuál es el efecto al aplicar etefón en precosecha en naranjas 'Jaffa' sobre la maduración, características de calidad internas y externas del fruto, y daño al árbol.

MATERIALES Y METODOS

Material Vegetal.

Se utilizaron árboles de naranja 'Jaffa' de 20 años de edad, establecidos a una distancia de 8 m, con un diseño de plantación de marco real, en una huerta comercial en el municipio de Martínez de la Torre, Veracruz, este lugar presenta una clasificación climática

Af(m) W(e), que es un clima cálido húmedo con lluvias todo el año, temperatura media anual superior a los 26°C y una precipitación anual de 1 743. 4 mm (García, 1981).

Diseño experimental y de tratamientos.

Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con un arreglo factorial de 4 x 2 (4 dosis = 0, 100, 300 y 500 mg.L⁻¹; y dos fechas de aplicación: 23 y 30 de septiembre) con 5 repeticiones por tratamiento. Cada unidad experimental la constituyó un árbol.

Aspersiones de Etefón.

Fueron realizadas con bomba de mochila manual de 20 litros. Cada árbol fue asperjado con cuatro litros de solución. La aplicación se realizó cuando los frutos presentaban evidente inicio del cambio del color de verde a amarillo ("rayado").

Evaluación de las Variables.

Para la evaluación se utilizó un tamaño de muestra de 4 frutos en cada variable. Para esto existieron dos fechas de cosecha, cada una 15 días después de la aplicación, es decir, las cosechas fueron los días 7 y 14 de octubre. Para ver el efecto en las características del fruto, se analizaron las variables, contenido de clorofila de la cáscara, índice de color, sólidos solubles totales, acidez, sólidos solubles totales/acidez, porcentaje de jugo, tamaño del fruto, peso y firmeza del fruto. Para ver el daño al árbol se analizaron las variables, porcentaje de caída de hojas y número de frutos caídos.

El contenido de clorofila de la cáscara se midió por el método espectrofotométrico recomendado por la AOAC (1980) a niveles de absorbancia de 660 y 642.5 nm. El índice de color se midió en una escala subjetiva con base en las cartas de color de la Royal Horticultural Society (1931). Los sólidos solubles se evaluaron con el refractómetro de mano. La acidez se calculó con el método recomendado por la AOAC (1980) de titulación con una substancia base. La relación sólidos solubles totales/acidez se obtuvo directamente de los dos anteriores. La medición del tamaño del fruto fue directa, midiendo los diámetros polar y ecuatorial con un vernier. El peso del fruto se midió con una balanza, al igual que el jugo, para obtener el porcentaje. La firmeza del fruto se midió con un penetrómetro de puntal pequeño retirando una porción de la cáscara. La caída de hoja se calculó de manera subjetiva en la escala de 0 a 100, y, por último, se contaron los frutos que se cayeron de cada árbol tratado.

Análisis Estadístico.

Los resultados fueron analizados por análisis de varianza a excepción del índice de color, para lo cual se

efectuó una prueba Friedman (no paramétrica). Las medias de tratamientos fueron comparadas con la media del testigo en los casos donde hubo diferencias significativas.

RESULTADOS Y DISCUSION

No se encontraron diferencias significativas en las variables de calidad interna como sólidos solubles totales, acidez, índice sólidos solubles totales/acidez, porcentaje de jugo, así como en otros parámetros evaluados como: el peso del fruto, tamaño (diámetro polar y ecuatorial) y firmeza, en frutos de naranja 'Jaffa', por efecto de las aplicaciones foliares de etefón, lo cual

utilizada sea elevado y no permita la manifestación visible del etefón.

El porcentaje de hojas caídas también presentó diferencias entre las fechas de aplicación. El Cuadro 1 nos indica las medidas de tratamiento para estas variables:

En el Cuadro 1 se puede observar que hay poca caída de hojas a 0 y 100 ppm, lo cual coincide con lo afirmado por otros autores (Young y Jahn, 1972a; Cuellar, 1988), quienes observaron la tendencia a incrementarse la caída de hojas a medida que se incrementó la dosis. Sin embargo, el porcentaje a 500 ppm no fue excesivamente alto (16%). También se observa que la se-

CUADRO 1. Efecto del etefón aplicado en cuatro dosis y dos fechas sobre la caída de hojas y frutos de naranjas 'Jaffa' en Martínez de la Torre, Ver., México.

Variable	Dosis de etefón (mg.L ⁻¹)				Fecha de aplicación	
	0	100	300	500		
Hojas caídas (%)	2.6 c ^z	6.0 bc	13.0 ab	20.0 a	\bar{x} 10.4 a	23-09
	0.2 c	6.4 bc	9.0 bc	13.0 ab	\bar{x} 7.15 b	30-09
	\bar{x} 1.4 c	6.2 bc	11.0 ab	16.5 a		
Número de frutos caídos	2.4 b	14.6 ab	12.0 ab	21.0 a	\bar{x} 12.5 a	23-09
	5.6 b	11.8 ab	5.8 b	16.4 ab	\bar{x} 9.9 a	30-09
	\bar{x} 4.0 a	13.2 ab	8.0 bc	18.7 a		

^z Medias con la misma letra entre columnas son estadísticamente iguales, de acuerdo a la prueba de Tukey, con alfa = 0.05.

\bar{x} Media estadística.

coincide con lo afirmado por Lugo (1980) y Cuellar (1988), donde al parecer, el etileno liberado por el etefón en los tejidos vegetales no logra afectar significativamente los procesos bioquímicos internos de la maduración del fruto.

La variable clorofila tampoco tuvo diferencias significativas. Este resultado no coincide con lo afirmado por otros autores (Cooper *et al.*, 1969, Young *et al.*, 1970; Young y Jahn, 1972a; Jahn y Young, 1972) que reportan que las aplicaciones de 100 a 500 mg.L⁻¹ de etefón, disminuyen el nivel de clorofila de la cáscara de frutos de cítricos. Esta discrepancia puede ser debida al tamaño relativamente pequeño de la muestra usada que fue de 4 frutos y se tuvo un coeficiente de variación del 46.45%, mientras que otros investigadores han usado hasta 20 frutos. Otra posible causa es la especie utilizada, ya que ésta sugiere una capacidad inherente de respuesta del árbol a la aplicación del etefón. Esta capacidad está condicionada por los niveles de reguladores de crecimiento, sobre todo, de las giberelinas, que al estar en mayor proporción que otros, disminuyen el efecto del etefón (Jahn y Young, 1972). Probablemente el nivel de giberelinas de esta especie y variedad

gunda fecha resultó con menor porcentaje de caída de hojas, pero este resultado bien pudo deberse a una lluvia con presencia de viento pocos días posteriores a la primera fecha de aplicación.

CUADRO 2. Efecto del etefón aplicado en cuatro dosis y dos fechas en el índice de color en naranjas 'Jaffa' (Citrus sinensis) en precosecha en Martínez de la Torre, Ver., México

Dosis de etefón mg.L ⁻¹	Fecha de aplicación	Suma de intervalos para índice de color
500	30-09	37.0 a ^z
300	30-09	29.0 b
500	23-09	28.0 b
100	30-09	26.0 b
0	30-09	21.0 c
300	23-09	17.5 c
100	23-09	12.0 d
0	23-09	9.5 d

^z Valores con la misma letra son estadísticamente iguales al 5%, según la prueba Friedman (Prueba de intervalos).

El número de frutos caídos presenta diferencias significativas en las dosis evaluadas, lo cual es también observado por otros autores (Young y Jahn, 1972a; Iwahori y Oohata, 1980; Cuellar, 1988). Sin embargo, en las fechas de aplicación, la tendencia es a presentarse mayor raleo de frutos al incrementarse la dosis de etefón. No hubo una mejor fecha de aplicación probablemente debido al tiempo relativamente corto entre aplicaciones (una semana).

Sin embargo, puede afirmarse y considerando los altos rendimientos por árbol, que el número de frutos caídos es relativamente bajo aún a la dosis más alta.

La variable índice de color mostró diferencias significativas por la prueba Friedman, teniéndose que la dosis de 500 mg.L⁻¹ aplicada el 30 de septiembre logró una coloración bastante aceptable. Los resultados se muestran en el Cuadro 2.

Estos resultados se pueden atribuir a que la aplicación en este tratamiento se hizo en la segunda fecha, cuando los frutos tenían un poco más de coloración, y las evaluaciones se hicieron una semana después de las mediciones de la primera fecha de aplicación, lo cual viene a reforzar más aún estos resultados. Los tratamientos con letras b podrían ser medianamente aceptables, pero reflejarían menor aceptación en el mercado por su apariencia menos coloreada.

CONCLUSIONES

1. Las aplicaciones de etefón en precosecha no afectaron significativamente las características de calidad interna como los sólidos solubles totales, la acidez, los sólidos solubles totales/acidez y el porcentaje de jugo, ni en otras características externas como el peso, el tamaño y la firmeza del fruto.
2. La dosis de 500 mg.L⁻¹ aplicada el 30 de septiembre resultó ser el mejor tratamiento, pues origina una coloración adecuada para comercializarse, además de que el etefón hasta estas dosis no ocasionó niveles altos de caída de hojas y frutos, sino más bien estos fueron relativamente bajos.
3. No se logró algún efecto del etefón en la clorofila total de la cáscara.

LITERATURA CITADA

AOAC (Association of Official Agricultural Chemist). 1980. Official methods of analysis of the association of official analytical chemist. (Eds.). William Horwitz. Washington D.C. pp 49-51 and 366.

BIDWELL, R.G.S. 1990. Fisiología vegetal. Editorial AGT editor, S.A. Primera edición en español. México.

COOPER, W.C.; G.K. RASMUSSEN; J.J. SMOOT. 1969. Preharvest trials cause early oranges to mature tangerines. Agric. Res. Wash. 17(8):11.

CUELLAR T., R. 1988. Efecto de las aplicaciones de Ethrel en precosecha en tangerinas 'Dancy' (*Citrus reticulata* Blanco). Tesis profesional Ing. Agr. Esp. en Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.

GONZALEZ, M. 1989. Diccionario de especialidades agroquímicas. Ed. LIMUSA. México.

GRAVINA T., A. 1985. Apuntes de citricultura. Editorial UACH. Chapingo, Edo. de México, México.

IWAHORI, S.; J. OOHATA. 1980. Alleviative effects of calcium acetate on defoliation and fruit drop induced by (2-chloroethyl) phosphonic acid in citrus. Sci. Hort. 12: 265-271.

JAHN, O.; J. YOUNG. 1972. Influence of the tree on the respon-of citrus fruits to preharvest applications of (2-chloroethyl) phosphonic acid. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 97(4): 544-549.

LUGO O., M.C. 1980. Aspectos relevantes de la acción del etileno y su aplicación en la maduración del plátano encerrado. Tesis profesional. Universidad Autónoma de México. Facultad de Química. México.

RAMIREZ D., J.M. 1982. Logros y aportaciones de la investigación agrícola en el cultivo de los cítricos. Folleto SARH-INIA. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos-Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. México.

ROYAL HORTICULTURAL SOCIETY. 1931. Colour chart. Ed. Royal Horticultural Society of London. London, England.

YOUNG, R.; O. JAHN. 1972a. Degreening and abscission of citrus fruits with preharvest applications of (2-chloroethyl) phosphonic acid (ethephon). J. Amer. Soc. Hort. Sci. 97(2): 237-241.

YOUNG, R.; O. JAHN. 1972b. Ethylene-induced carotenoids accumulation in citrus fruit rind. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 97(2): 258-261.

YUNG, R.; O. JAHN; W.C. COOPER; J.J. SMOOT. 1970. Preharvest sprays with 2-chloroethyl phosphonic acid to degreen 'Robinson' and 'Lee' tangerines fruits. Hort. Sci. 5(4): 268-269.