

# EFFECTO DE LA CIANAMIDA DE HIDRÓGENO Y EL ÁCIDO 2-CLOROETIL FOSFÓNICO SOBRE LA FOLIACIÓN, FLORACIÓN Y FRUCTIFICACIÓN DE LA LIMA 'TAHITI'

Adolfo Cañizares<sup>1</sup> y Eybar Rojas<sup>2</sup>

## RESUMEN

Se estudió el efecto de diferentes dosis de cianamida de hidrógeno (0,5; 1,0 y 1,5 %) y de ácido 2-cloroetil fosfónico (0,5; 1,0 y 1,5 mL/L) sobre la defoliación, refoliación, floración y fructificación de la lima Tahiti (*Citrus latifolia* Tanaka). Con este fin, se realizó un experimento en la región central de Venezuela (La Suareña, estado Aragua), en árboles injertados sobre limón Volkameriano (*Citrus volkameriano* Pasq.) de 5 años de edad y plantados a 7 x 4 m. Se usó un diseño estadístico completamente aleatorio, con siete tratamientos, siete repeticiones y una planta como unidad experimental. Se marcaron 12 ramas/planta para realizar las aspersiones de los productos y las evaluaciones. La cianamida causó aproximadamente entre el 41 y 71 % de defoliación y el ácido 2-cloroetil fosfónico produjo entre el 19 y 60 %, siendo las menores dosis de ambos productos las que produjeron el menor efecto. El subsiguiente número de hojas, producto del proceso de refoliación, fue semejante al existente al inicio del ensayo, sin diferencias entre tratamientos. Las dosis de 1,0 y 1,5 % de cianamida de hidrógeno y de 0,5 mL/L de ácido 2-cloroetil fosfónico tendieron a incrementar inicialmente la actividad vegetativa y floral pero sin efecto sobre el número final de frutos.

**Palabras clave adicionales:** Defoliación, refoliación, *Citrus latifolia*

## ABSTRACT

### Effect of hydrogen cyanamide and 2-chloroethyl phosphonic acid on foliation, flowering, and fruit set of 'Tahiti' lime in Venezuela

The effect of different concentrations of hydrogen cyanamide (0.5, 1.0 and 1.5%) and chloroethyl phosphonic acid (0.5; 1.0 and 1.5 mL/L) on defoliation, refoliation, flowering and fruit set of Tahiti lime (*Citrus latifolia* Tanaka) grafted on *Citrus volkameriana* Pasq. was studied under tropical conditions in the central region of Venezuela. The experiment was carried out on 5 year old trees, planted at 7x4 m, and distributed on a completely randomized design, with seven treatments and one plant per plot. Twelve branches were tagged per plant in order to spray the treatments and make the measurements. Hydrogen cyanamide caused between 41 and 71% and chloroethyl phosphonic acid between 19 and 60% defoliation, being the lowest effect produced by the lowest dosage of both chemicals. Subsequent refoliation was similar in all treatments. The levels of 1.0 and 1.5 of hydrogen cyanamide and 0.5 mL/L of chloroethyl phosphonic acid tended to increase vegetative and floral activity, but without effect on final number of fruits.

**Additional key words:** Defoliation, refoliation, *Citrus latifolia*

## INTRODUCCIÓN

Los cítricos están entre los cultivos más importantes del sector frutícola venezolano y en la actualidad se detecta una considerable potencialidad y alta demanda de las limas (Salcedo, 1989). Entre ellas, la lima 'Tahiti' presenta altos rendimientos y una excelente calidad, particularmente, por carecer de semillas.

Son pocos los estudios sobre la lima 'Tahiti' en

condiciones tropicales, especialmente en cuanto a su productividad. A tal efecto, la eficiencia de producción y el tiempo de cosecha van a depender del control de la floración (Davenport, 1990). Poco se conoce acerca de la promoción de la floración de la lima 'Tahiti' en condiciones tropicales donde la floración es recurrente 3 y 4 veces al año (Halevy, 1985). En el trópico, la sequía, la xeroinducción o el hidroperiodismo parecen ser factores que estimulan la floración

Recibido: Mayo 10, 2000

<sup>1</sup> FONAIAP-CIAE Monagas, estado Monagas.

<sup>2</sup> Posgrado de Horticultura, Decanato de Agronomía, Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado".  
Apdo. 400. Barquisimeto, Venezuela.

Aceptado: Diciembre 15, 2000

(Avilán y Rengifo, 1989). Southwick y Davenport (1987) demostraron el estímulo del estrés hídrico en la floración de la lima 'Tahiti' cultivada en recipientes. Una respuesta similar encontraron Pire y Rojas (1999) en condiciones de campo para este cultivo. Sin embargo, esta práctica no puede ser usada durante el período de lluvias para controlar la floración.

Iwahori y Oohata (1980) observaron que el etefón (ácido 2-cloroetil fosfónico) en las dosis de 200 a 300 ppm, indujo floración en los árboles de *Citrus reticulata* Blanco y *Fortunella crassifolia* Swingle, pero a su vez causó un 20 % de defoliación en los mismos. Algo similar encontraron Almaguer y Espinoza (1993) en la lima 'Tahiti', donde el etefón incrementó la floración, pero la dosis de 0,5 mL/L causó un 25 % de defoliación. Rojas (1994) reportó que en este cultivo, el ácido 2-cloroetil fosfónico produjo una defoliación considerable en las dosis de 0,8 (69,1%) y 2 mL/L (95,3%). Asimismo, Rojas (1995) encontró que la cianamida de hidrógeno produjo defoliación a la concentración de 0,5% y a medida que se incrementaba las dosis aumentó la caída de las hojas. Go et al. (1984) señalaron que la defoliación de árboles de mandarina Satsuma, producto del frío, afectó su crecimiento, floración y fructificación. La floración y producción de frutos se redujo a medida que se incrementó la defoliación.

Las consecuencias derivadas de esta defoliación deben ser evaluadas y sopesadas frente al beneficio que supone el control de la floración. El objetivo de este trabajo fue estudiar el efecto de la cianamida de hidrógeno y el ácido 2-cloroetil fosfónico sobre el crecimiento vegetativo (defoliación y refoliación) y reproductivo (floración y fructificación) de la lima 'Tahiti'.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se instaló en la finca "El Rastrojo", ubicada cerca de La Suareña, municipio Taguay, estado Aragua, localizada a 9° 43' N, 66° 43' W y a 180 msnm. Presenta una precipitación promedio de 1.100 mm anuales, temperatura máxima de 34 °C, mínima 18 °C y una humedad relativa promedio cercana al 80 %. Esta zona se encuentra clasificada dentro del bosque seco tropical según la clasificación de zonas de vida de Holdridge. Las plantas de lima 'Tahiti' estaban

injertadas sobre limón volkameriano (*Citrus volkameriano* Pasq.), establecidas a 7 x 4 m y con 5 años de edad al inicio de los tratamientos. El suelo se caracteriza por tener una textura que va desde franco limosa a arcillosa y pH de 5,5. Se probaron siete tratamientos, cada uno con siete repeticiones, en un diseño experimental completamente aleatorio. Los tratamientos fueron: cianamida de hidrógeno (CH) al 0,5 , 1,0 y 1,5%, y ácido 2-cloroetil fosfónico (CEPA) al 0,5 , 1,0 y 1,5 mL/L, más un testigo sin aplicaciones. La unidad experimental estuvo conformada por una planta, en la cual se marcaron 12 ramas terminales en reposo. Los productos se asperjaron en forma individual una vez en cada rama marcada cubriendo todo el follaje. Las observaciones realizadas incluyeron el conteo del número de hojas al inicio y a los siete días después de aplicados los tratamientos para estimar la defoliación, además del número de hojas a los 70 y 90 días para estimar la refoliación. Además, se determinó el porcentaje de ramas con brotes vegetativos y florales en diferentes períodos, así como de flores emergidas y frutos retenidos en cada rama marcada. Se aplicó el análisis de varianza y prueba de medias de rango múltiple de Duncan en los datos transformados según  $(x+1)^{1/2}$ .

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Defoliación y refoliación

Las ramas seleccionadas para la aplicación de los tratamientos presentaron igual número de hojas iniciales (Cuadro 1). El tratamiento que produjo menor porcentaje de defoliación fue el CEPA al 0,5 mL/L seguido por la CH al 0,5% ( $p \leq 0,05$ ). Todos los tratamientos causaron caída de hojas, a excepción del testigo. La tendencia observada fue que a medida que se incrementó la dosis del producto aumentó el porcentaje de defoliación.

La máxima defoliación ocurrió en un período de siete días después de la aspersión de los productos. La CH produjo entre 41 y 71% de defoliación, mientras que el CEPA entre 19 y 60 %, aproximadamente (Cuadro 1). Estos resultados coinciden con lo reportado por Rojas (1994; 1995) quien señala que la cianamida de hidrógeno y el ácido 2-cloroetil fosfónico

produjeron defoliaciones similares en lima 'Tahiti'. Otros autores señalan que el CEPA también ha producido defoliación en diferentes especies de cítricos (Morton et al., 1978; Iwahori y Oohata, 1980). La lima 'Tahiti' es una especie perennifolia,

por lo tanto, la defoliación causada por la CH y el CEPA le impone a la planta un cambio de condición, que la induce a comportarse como caducifolia, lo cual pudiera ser una forma de estrés a la que se somete la especie.

**Cuadro 1.** Efecto de la cianamida de hidrógeno y el ácido 2-cloroetil fosfónico sobre el número de hojas por rama de la lima 'Tahiti'.

Tratamientos	N° de hojas iniciales	N° de hojas 7 días después de aspersión	Porcentaje defoliación	N° de hojas 70 días después de aspersión	N° de hojas 90 días después de aspersión
Testigo	24,26	22,84a	5,85d	30,295	28,874
CH 0,5 % <sup>1</sup>	24,89	14,52bc	41,44b	25,011	24,90
CH 1,0 %	23,52	7,24d	71,23 a	24,284	24,25
CH 1,5 %	25,25	7,10d	70,30 a	19,999	19,34
CEPA 0,5 mL/L <sup>2</sup>	24,64	19,87 ab	19,11c	30,720	29,74
CEPA 1 mL/L	24,14	10,90cd	56,09ab	23,893	22,77
CEPA 1,5 mL/L	23,48	9,65cd	59,60ab	21,21	20,77
Significancia	ns	**	**	ns	ns
CV (%)	16,40	19,2	22,0	16,6	16,0

CH: Cianamida de hidrógeno. CEPA: Acido 2-cloroetil fosfónico.

Prueba de medias según Duncan a  $P \leq 0,05$ .

Las refoliaciones (número de hojas/rama) en todos los tratamientos a los 70 y 90 días fueron iguales al testigo (Cuadro 1). Los tratamientos que tendieron a producir mayor número de hojas fueron el CEPA a 0,5 mL/L y la CH al 0,5 y 1,0%. El número de hojas producto de la refoliación fue semejante al número de hojas al inicio del ensayo. Ello indica que el proceso de refoliación no alcanzó a sobrepasar el número de hojas presentes antes de la aspersión de los productos, sino que prácticamente llegó a nivelar con el tiempo ese mismo número de hojas.

#### Actividad de ramas terminales

Aunque la alta variabilidad encontrada en la brotación de las ramas vegetativas no permitió detectar diferencias estadísticas, la CH en sus dosis mayores de 1 y 1,5% y el CEPA en sus menores concentraciones de 0,5 y 1,0 mL/L tendieron a aumentar el porcentaje de ramas brotadas vegetativamente con relación al testigo (Cuadro 2). Se observó que la CH promovió una brotación vegetativa más temprana mientras que con el CEPA la respuesta pareció más lenta.

En el Cuadro 3 se muestra que la CH en su menor dosis de 0,5% y el CEPA en sus dosis mayores de 1,0 y 1,5 mL/L, promovieron una menor producción de ramas brotadas con

flores en relación al testigo ( $p \leq 0,05$ ) a los 21 días después de su aplicación. Se puede observar que la brotación floral se incrementó con el tiempo y tendió a estabilizarse entre los 35 y 42 días después de aplicar los productos.

En el Cuadro 4 se observa el número de flores y frutos por rama en diferentes períodos después de la aplicación de la CH y el CEPA. La CH a 1,5% y el CEPA a 0,5 mL/L promovieron el mayor número de flores por rama en comparación con los otros tratamientos ( $p \leq 0,05$ ) aunque no fueron diferentes al tratamiento testigo. A los 21 días aumentó el número de flores por rama a medida que se aumentaron las dosis de CH; sin embargo, esta tendencia se revirtió en fechas posteriores. Resultados similares reportaron algunos autores donde el etefón estimuló la floración en cítricos (González y Borroto, 1984; Almaguer y Espinoza, 1993). No se detectó efecto de los tratamientos sobre el número final de los frutos por rama.

El número de frutos retenidos se redujo en el tiempo a la mitad o a un cuarto del número de flores producidas, lo cual se atribuye a la caída de flores, problemas en el cuajado y/o caída posterior de los frutos por efecto de agentes internos o externos a la planta.

**Cuadro 2.** Efecto de la cianamida de hidrógeno y el ácido 2-cloroetil fosfónico sobre el porcentaje de brotación de ramas vegetativas en lima 'Tahiti'.

Tratamientos	21 días después de aspersión	28 días después de aspersión	35 días después de aspersión	42 días después de aspersión
Testigo	11,76	18,76	19,43	16,95
CH 0,5%	9,77	20,16	25,16	23,55
CH 1,0%	26,66	42,04	40,84	39,48
CH 1,5%	29,59	36,04	37,16	36,39
CEPA 0,5 mL/L	15,93	27,28	28,13	28,66
CEPA 1,0 mL/L	17,47	42,33	44,20	47,04
CEPA 1,5 mL/L	10,27	32,35	32,98	24,70
Significancia	ns	ns	ns	ns
CV(%)	47,0	38,4	38,7	38,7

CH: Cianamida de hidrógeno. CEPA: Acido 2-cloroetil fosfónico.

Prueba de medias según Duncan a  $P \leq 0,05$ . Datos transformados según  $(x+1)^{1/2}$ **Cuadro 3.** Efecto de la cianamida de hidrógeno y el ácido 2-cloroetil fosfónico sobre el porcentaje de brotación de ramas florales en lima 'Tahiti'.

Tratamientos	21 días después de aspersión	28 días después de aspersión	35 días después de aspersión	42 días después de aspersión
Testigo	28,96ab	48,86	51,69	49,79
CH 0,5%	14,42cd	44,01	51,87	52,56
CH 1,0%	41,59a	58,18	56,56	60,08
CH 1,5%	39,81a	54,90	56,89	58,47
CEPA 0,5 mL/L	24,81abc	49,59	53,11	51,92
CEPA 1,0 mL/L	17,51bc	54,27	61,67	64,93
CEPA 1,5 mL/L	5,39d	37,34	46,28	44,19
Significancia	**	Ns	ns	ns
CV (%)	28,64	16,12	14,04	13,4

CH: Cianamida de hidrógeno. CEPA: Acido 2-cloroetil fosfónico.

Prueba de medias según Duncan a  $P \leq 0,05$ . Datos transformados según  $(x+1)^{1/2}$ **Cuadro 4.** Efecto de la cianamida de hidrógeno y el ácido 2-cloroetil fosfónico en el número de flores y frutos en lima 'Tahiti'.

Tratamientos	Flores / rama		Frutos/ rama
	21 días después de aspersión	28 días después de aspersión	70 días después de aspersión
Testigo	2,86ab	5,99	3,91
CH 0,5 %	0,97bc	6,97	3,78
CH 1,0 %	4,07a	7,24	4,13
CH 1,5 %	4,85a	8,19	3,07
CEPA 0,5 mL/L	2,63ab	8,48	3,09
CEPA 1,0 mL/L	1,23bc	6,85	3,40
CEPA 1,5 mL/L	0,45c	3,97	3,47
Significancia	**	ns	ns
CV(%)	28,98	21,7	30,1

CH: Cianamida de hidrógeno. CEPA: Acido 2-cloroetil fosfónico.

Prueba de medias según Duncan a  $P \leq 0,05$ . Datos transformados según  $(x+1)^{1/2}$ 

## CONCLUSIONES

El porcentaje de defoliación tendió a aumentar con las dosis aplicadas de cianamida de hidrógeno y ácido 2-cloroetil fosfónico.

El número de hojas producto de la refoliación fue similar al existente antes de la aplicación de los productos, produciendo un efecto compensatorio al estrés causado por la defoliación.

Las mayores dosis de cianamida de hidrógeno (1,0 y 1,5%) y las menores dosis de ácido 2-cloroetil fosfónico (0,5 y 1,0 mL/L) tendieron a incrementar la actividad vegetativa y floral pero sin incremento del número final de frutos.

### LITERATURA CITADA

- Almaguer, G. y J. Espinoza. 1993. Forced production in citrus trees with the applications of growth regulators in Mexico. Proc Interamer. Soc. Trop. Hort. 37:105-112.
- Avilán L. y C. Rengifo. 1989. Los Cítricos. 1<sup>era</sup> Edición, editorial América. Caracas. p. 56.
- Davenport, T. 1990. Citrus flowering. Hort. Reviews 12:349-408.
- González, J. y C. Borroto. 1984. Use of 2-chloroethyl phosphonic acid to increase citrus flowering. Abs. In. Symp. Plant. Growth Regulators. 26.
- Go, G., S. Kino y D. Moon. 1984. Influence of winter defoliation by cold wind damage on the growth, flowering and fruiting of Satsuma mandarin (*Citrus unshin* Harc.). Research Reports of the Office of Rural Development. Vol. 26-2(H): 65-72.
- Halevy. A. 1985. Citrus y related genera. C.R.C. Handbook of flowering. Vol. II: 275-294.
- Iwahori, S. y J. Oohata. 1980. Alleviative effects of calcium acetate on defoliation and fruit drop induced by 2-chloroethylphosphonic acid in citrus. Scientia Horticulturae 12(3):265-271.
- Marcondes, P. y Y. Coelho. 1996. Manejo da florada da lima acida 'Tahiti' con reguladores de crecimiento e desbaste manual. XIV Congresso Brasileiro de Fruticultura. Sem Froteiras. Brasil 139 p.g
- Morton, C., D. Jhan, R. Young y R. Biggs. 1978. Ethephon-induced defoliation Patterns and subsequent yield in citrus. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 103(5): 670-673.
- Pire, R. y E. Rojas. 1999. Effects of drought stress and urea sprays production of flower and vegetative buds of 'Tahiti' lime. Fruits 54(3): 135-139.
- Rojas, E. 1994. Respuesta floral de la lima (*Citrus latifolia* Tan. cv. 'Tahiti') a aspersiones de ácido 2-cloroetil fosfónico. Proc. Interamer. Soc. Trop. Hort. 38:95-99.
- Rojas, E. 1995. Floral response of lime (*Citrus latifolia* Tan. cv. 'Tahiti') to foliar sprays of hydrogen cyanamide. 92nd Annual Meeting of the American Society for Horticultural Science. Canadá 2-12 pp.
- Sosa, F. 1990. Comportamiento de los limoneros *Citrus aurantifolia* y *Citrus latifolia* y del limonero *Citrus limon* injertados sobre *Citrus volkameriano*. Tesis. Facultad de Agronomía. UCV. Maracay. 170 p.
- Southwick, S. y T. Davenport. 1887. Modification of the water stress induced floral response in Tahiti lime. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 112 (2): 231-236.