

EFFECTO DEL ETEFON Y DEL CARBURO DE CALCIO SOBRE LA MADURACION Y CALIDAD DE FRUTOS DE MANGO, cv. "KEITT", EN ALAJUELA, COSTA RICA¹ /

Edgar Valverde *
Ramón Luis Hernández **
Marco Vinicio Sáenz *

ABSTRACT

Effect of ethephon and calcium carbide on the ripening and quality of mango fruits, cv. "Keitt", in Alajuela, Costa Rica. Ethephon and calcium carbide dosage affecting the ripening of mango fruit cv. "Keitt" was evaluated under environmental conditions at Alajuela, Costa Rica. This cultivar has been reported as having abnormal ripening or no ripening at all under Costa Rica growing conditions. Two experiments were carried out; one from May to June 1984 using calcium carbide (4, 5, 6 and 7 g/kg of fruit) and three doses of ethephon: 1000, 1500 and 2000 ppm under two methods of application, spray and dip; the other experiment was set up from June to July 1985 evaluating calcium carbide at 1, 2, 3 and 4 g/kg of fruit and spraying ethephon at 250, 500, 750 and 1000 ppm. The results showed that any dose over 5 g/kg of fruit of calcium carbide causes over ripening of fruit 8 days after the application. On the other hand, 3 g/kg of fruit of CaC₂ or less caused a slow down in the ripening process, and fruit damage due to shrinkage was observed. Ethephon concentrations higher than 1500 ppm apparently overripened the fruit. This effect can also be due to the inability to shorten the evaluation period (every 4 days). An adequate timing (8-12 days) for ripening and good appearance was observed when using doses higher than 750 ppm. The control treatment required 20 days to reach 50% of fruits at commercial maturity. However, all fruit at this time lost around 15% of its initial weight and a bad appearance for market was developed. Even though a preliminary estimation of physiological age of the fruit (to enter the experiments) was carefully implemented, more research in the determination of maturity indexes for "Keitt" fruits is suggested.

INTRODUCCION

El mango es una fruta tropical de gran valor económico, tanto por el volumen de producción

en los países tropicales y subtropicales como por su demanda en los países templados. En 1983 existían en Costa Rica unas 100 ha sembradas con el cultivar "Keitt" que, por poseer un fruto grande y de excelentes cualidades en cuanto a color y sabor, es muy apreciado en los mercados externos; además, su cáscara gruesa presenta alguna resistencia al ataque de la mosca de la fruta (*Anastrepha* sp.) (Elizondo y Hernández, 1983). En México, Laksminarayana (1981) menciona al cultivar "Keitt" como de maduración tardía. No obstante

1/ Recibido para su publicación el 2 de marzo de 1986.

* Centro de Investigaciones Agronómicas, Universidad de Costa Rica.

** Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit Moreno, Universidad de Costa Rica.

todas estas ventajas, este cultivar no se ha podido recomendar comercialmente en Costa Rica, porque el fruto no madura en el árbol y en ocasiones se desprende sin mostrar síntomas de madurez, presentando además grietas en la cutícula y en la pulpa (Elizondo y Hernández, 1983).

Krishnamurty y Subramayan (1977), mencionan que la no maduración de los frutos de mango puede deberse a la presencia de inhibidores de la peroxidasa y la amilasa, por ejemplo, y se ha demostrado que el etileno inactiva esos inhibidores.

Varios autores (Krishnamurty y Subramayan, 1977; Lakshminarayana, 1981; Singh, 1977) informan que las condiciones ambientales, especialmente precipitación y temperatura y en ocasiones la longitud del día, pueden interferir en los procesos normales de maduración.

Goldenberg (1977) y Pantástico (1975) mencionan que existen algunos métodos para inducir o acelerar la maduración; entre los más comunes se citan el aumento de la temperatura en el sitio de almacenaje, la colocación de frutos en un ambiente tal que permita la acumulación del etileno liberado naturalmente por éstos y la utilización de fuentes exógenas de etileno, de sus precursores o similares bioquímicos, los cuales aceleran o incluso inducen la maduración.

Weaver (1980) menciona como fuentes posibles de etileno exógeno al etefón (ácido-2-cloroetilfosfónico), que se descompone para formar etileno al penetrar los tejidos vegetales, y el carburo de calcio (CaC_2) que en contacto con el agua se descompone para formar acetileno que actúa de forma similar al etileno.

Las dosis de etefón y carburo de calcio empleadas en diferentes cultivares de mango varían considerablemente, por ejemplo para el cv. "Langra" se emplean 800 ug/ml de etefón y 6 g de carburo de calcio por 5 kg de fruta (Bhullar, 1985), para el cv. "Imperial" 1000 ug/ml de etefón (Sampiao, 1981a), en el cv. "Pañeri" entre 250 y 2000 ug/ml de etefón (Sampiao, 1981b), en el cv. "Totapuri" 4000 ug/ml de etefón (Musa, 1974), y en Filipinas (PHTCR, 1982) se da como recomendación general una dosis de 1000 ug/ml de etefón y 10 g de carburo de calcio por cada 20 litro de capacidad en el almacén. Para el cv. "Keitt" se recomiendan 1000 ug/ml de etefón, para las condiciones de Florida (Campbell y Malo, 1969).

Rao *et al.* (1981) hallaron que dosis de etefón mayores a las 2000 ug/ml aplicadas en inmersión por más de 1 minuto fueron fitotóxicas para frutos del cultivar "Chirtutapudigoa" al provocar decoloración del fruto, pero redujeron la aparición de lesiones producidas por el hongo *Colletotrichum* sp.

Otro aspecto importante a considerar para lograr una buena maduración de frutos de mango en la etapa de poscosecha, es el punto apropiado de corte o cosecha, que permita a la fruta madurar adecuadamente ya sea en forma natural o inducida. Krishnamurty y Subramayan (1977) y Malevsky *et al.* (1977) mencionan algunos índices de madurez, entre ellos: color de la cáscara, densidad del fruto, diámetro, color de la pulpa, grados Brix y algunos cambios anatómicos.

El objeto del presente estudio fue pues, determinar el efecto de dosis de etefón y carburo de calcio en la maduración y calidad de frutos de mango del cultivar "Keitt" utilizando varios sistemas de aplicación del producto.

En Costa Rica, ni el carburo de calcio ni el etefón están expresamente autorizados para su utilización en poscosecha, no obstante su uso no está prohibido; la utilización de estos productos deberá ser decidida en función de las regulaciones de mercados específicos.

MATERIALES Y METODOS

Se realizaron dos ensayos en la Estación Experimental Fabio Baudrit, de la Universidad de Costa Rica, situada en el cantón Central de Alajuela, durante los meses de mayo y junio de 1984 y junio y julio de 1985. Los ensayos se efectuaron en un local cerrado con escasa ventilación, con una temperatura y humedad promedio de 22-24 C y 80-85 %, respectivamente, que es el tipo de local comúnmente empleado para la maduración de frutos de mango.

Preliminarmente se determinó los índices de madurez que se ajustaban mejor a lo mostrado fisiológicamente por el cv. "Keitt", permitiendo uniformar la muestra para lograr una adecuada maduración poscosecha de la misma. Cambios en la coloración externa del fruto, la reducción del color verde y la aparición de pigmentación amarilla son el indicativo clave de madurez fisiológica, en con-

secuencia el agricultor puede tomarla como punto de referencia para madurar frutos poscosecha sin esperar efectos negativos posteriores por dejar la fruta en el árbol o por madurar frutos cosechados antes de la madurez mínima. En ambos ensayos la fruta provino de plantaciones en las que se efectuaron aplicaciones regulares de captafol (Difolatan) y benomyl (Benlate).

Para el primer experimento, como no se contó con referencias preliminares hechas con este cultivar en el país, se seleccionaron dosis de etefón y carburo de calcio superiores a las recomendadas por la literatura para evitar que las concentraciones del agente inductor fueran un factor limitante para la maduración.

Para el carburo de calcio se tomó como referencia la dosificación que comúnmente utilizan los agricultores de la zona para madurar frutos de otros cultivares de mango (4 a 6 g de carburo de calcio / kg de frutos). Los productos y tratamientos empleados se presentan en el Cuadro 1. El ensayo se desarrolló entre mayo y junio de 1984.

Luego de obtener los resultados del primer ensayo se decidió comprobar si dosis inferiores a las empleadas también podían acelerar la maduración bajo el método de aplicación seleccionado. Este segundo experimento se desarrolló entre los meses de junio y julio de 1985. Los tratamientos se presentan en el Cuadro 2.

En ambos casos los frutos fueron empacados en cajones de madera cubiertos internamente con papel periódico y externamente con sacos de poli-propileno. Esta práctica es comúnmente empleada en Costa Rica para la maduración comercial de esta fruta.

El primer ensayo se ordenó como un diseño irrestrictamente al azar con 3 repeticiones de 20 kg cada una, y el segundo como un diseño irrestrictamente al azar con 4 repeticiones de 12 kg cada una.

Para ambos ensayos las variables evaluadas fueron:

a) Porcentaje de frutos que alcanzaron madurez comercial; se determinó empleando como criterio

Cuadro 1. Tratamientos de etefón y carburo de calcio bajo tres sistemas de aplicación, utilizados en la maduración de frutos de mango cv. "Keitt", 1984.

Tratamiento	Producto	Dosis*	Sistema de aplicación**
1	carburo de calcio	4	paquetes de 20 g
2	carburo de calcio	5	paquetes de 20 g
3	carburo de calcio	6	paquetes de 20 g
4	carburo de calcio	7	paquetes de 20 g
5	etefón	1000	inmersión 1 min
6	etefón	1500	inmersión 1 min
7	etefón	2000	inmersión 1 min
8	etefón	1000	aspersión
9	etefón	1500	aspersión
10	etefón	2000	aspersión
11	testigo	-	-

* Dosis de carburo de calcio en g/kg de fruta; dosis de etefón en $\mu\text{g/ml}$.

** Todos los tratamientos fueron empacados en cajas de madera.

Cuadro 2. Tratamientos de etefón y carburo de calcio seleccionados para la maduración del mango cv. "Keitt", 1985.

Tratamiento	Producto	Dosis*	Sistema de aplicación**
1	etefón	1000	aspersión
2	etefón	750	aspersión
3	etefón	500	aspersión
4	etefón	250	aspersión
5	carburo de calcio	4	paquetes de 12 g
6	carburo de calcio	3	paquetes de 12 g
7	carburo de calcio	2	paquetes de 12 g
8	carburo de calcio	1	paquetes de 12 g
9	testigo	-	-

* Dosis de carburo de calcio en g/kg de fruta; dosis de etefón en $\mu\text{g/ml}$.

** Todos los tratamientos fueron empacados en cajas de madera.

el ablandamiento al tacto de los frutos y los cambios de color asociados a la maduración completa, como lo son la aparición de pigmentación roja y amarilla superpuesta y la desaparición de los pigmentos verdes.

b) Porcentaje de frutos enfermos: se consideraron frutos enfermos aquellos que presentaron un desarrollo de infecciones tal que limitó su aceptación en el mercado, esto incluyó frutos con un 15 % o más de la superficie cubierta con lesiones de antracnosis (*Colletotrichum* sp.) y frutos con áreas fermentadas de cualquier tamaño.

c) Sabor de la muestra a la madurez completa: se empleó una escala cualitativa de tres categorías: bueno, regular y malo y la evaluación fue realizada por un grupo de tres personas escogidas al azar.

d) Apariencia de la muestra a la madurez completa: se empleó una escala cualitativa de tres categorías: buena, regular y mala y se tomaron en cuenta uniformidad de coloración, sanidad de la fruta, brillo y uniformidad de la muestra en el empaque.

En ambos ensayos se realizaron evaluaciones cada 4 días y se eliminaron los frutos maduros para evitar un efecto acumulativo de etileno liberado una vez que se desencadena la maduración.

RESULTADOS

En el Cuadro 3 se muestran los porcentajes de frutos maduros obtenidos para los distintos tratamientos del ensayo 1 en los diferentes períodos de muestreo. Todos los tratamientos, excepto el testigo, alcanzaron maduración completa a los 12 días de aplicado el tratamiento.

Al analizar los porcentajes obtenidos para el primer muestreo se encontró que no hubo diferencia significativa entre los tratamientos 2, 3, 4, 8, 9 y 10 que obtuvieron los mayores valores de frutos maduros. Esto significa que los tratamientos 5, 6 y 7 g/kg de carburo de calcio fueron similares en cuanto a velocidad de maduración a los tratamientos de 1000, 1500 y 2000 $\mu\text{g/ml}$ de etefón aplicados en aspersión. Sí hubo diferencia entre éstos y los demás tratamientos; la dosis de 4 g/kg de carburo de calcio y las dosis de 1000, 1500 y 2000 $\mu\text{g/ml}$ de etefón en inmersión mostraron un menor incremento en la velocidad de maduración no obstante, fueron superiores al testigo.

Los datos obtenidos para el segundo muestreo (a los 8 días) mostraron que no hubo diferen-

Cuadro 3. Efecto de varias dosis de etefón y carburo de calcio bajo tres sistemas de aplicación en la maduración de frutos de mango cv. "Keitt", 1984.

Tratamiento	Porcentaje de frutos maduros*				
	Período de evaluación (días)				
	4	8	12	16	20
1	26,03bc	55,72bc	100,0a	—	—
2	43,00a	67,10abc	100,0a	—	—
3	36,28ab	70,73abc	100,0a	—	—
4	37,06ab	85,55a	100,0a	—	—
5	26,51bc	50,18bc	100,0a	—	—
6	22,84bc	58,56bc	100,0a	—	—
7	17,25c	67,71abc	100,0a	—	—
8	29,79abc	43,60c	100,0a	—	—
9	27,34abc	65,73abc	100,0a	—	—
10	28,55abc	72,32ab	100,0a	—	—
11	0	0	13,0b	58,0	82,0

* Valores con igual letra son estadísticamente semejantes según la prueba de Duncan al 5%.

cia significativa entre los tratamientos 2, 3, 4, 7, 9 y 10 que fueron los que mostraron un mayor porcentaje de frutos maduros. Estos corresponden a 5, 6 y 7 g/kg de carburo de calcio, 2000 ug/ml de etefón en inmersión y 1500 y 2000 ug/ml de etefón en aspersión, respectivamente, que son los tratamientos con dosis altas de ambos productos; los tratamientos con dosis bajas mostraron una menor aceleración de la maduración pero ésta fue significativamente mayor que la experimentada por el testigo.

Luego del tercer muestreo, a los 12 días, en todos los tratamientos los frutos alcanzaron el 100 % de maduración, a excepción del testigo, el cual alcanzó 82 % de frutos maduros a los 20 días. A esta fecha los frutos habían perdido humedad y se habían deteriorado considerablemente, mostrando además cáscara arrugada y una coloración desuniforme de la muestra, con escaso desarrollo de pigmentación roja y amarilla.

En general se notó que los tratamientos de carburo de calcio y los tratamientos de etefón en aspersión fueron los que aceleraron más el proceso

de maduración de los frutos del cv. "Keitt". Pero todos los tratamientos empleados lograron un 100 % de frutos maduros, en comparación con el testigo que empleó un período de tiempo mucho más largo para alcanzar un porcentaje de maduración de importancia.

Los resultados obtenidos para el porcentaje de frutos enfermos en cada tratamiento se presentan en el Cuadro 4. Se observó que los tratamientos con carburo de calcio exhibieron el mayor porcentaje de frutos enfermos al alcanzar la madurez total de la muestra, mientras que los tratamientos con etefón, tanto en inmersión como en aspersión, mostraron valores inferiores en cuanto a frutos atacados por *Colletotrichum* sp. El testigo presentó un porcentaje final de frutos enfermos relativamente bajo si se considera que las infecciones latentes tuvieron más tiempo para desarrollarse, debido a su lento proceso de maduración. Esto sugiere que el ataque o desarrollo de enfermedades es más severo en aquellos tratamientos con una alta velocidad de maduración (Cuadro 3 y 4).

Los resultados obtenidos para la variable sabor de la muestra se presentan en el Cuadro 5. Se

Cuadro 4. Efecto del tratamiento sobre la sanidad de los frutos de mango del cv. "Keitt", expresado como porcentaje de frutos enfermos, 1984.

Tratamiento	Porcentaje de frutos enfermos*				
	Período de evaluación (días)				
	4	8	12	16	20
1	0	1,44	27,17ab	—	—
2	0	5,76	37,63a	—	—
3	0	7,20	43,50a	—	—
4	0	2,88	41,87a	—	—
5	0	1,44	10,89bc	—	—
6	0	0	14,43bc	—	—
7	1,44	7,20	16,28bc	—	—
8	0	1,44	18,90bc	—	—
9	0	2,88	10,22bc	—	—
10	0	0	25,00ab	—	—
11	0	0	0c	12,70	19,05

* Valores con igual letra son estadísticamente semejantes según la prueba de Duncan al 5%.

observó que las dosis de carburo de calcio superiores a 5 g/kg dieron resultados en cuanto a sabor de la muestra inferiores a la dosis de 4 g/kg posiblemente debido a que la liberación de acetileno pudo ser excesiva y provocar sobremaduración, como lo sugiere la alta velocidad de maduración experimentada por los tratamientos con carburo de calcio en los primeros 8 días. Un efecto similar fue observado para la dosis de 2000 ug/ml de etefón en ambos sistemas de aplicación, donde la aceptación del fruto por su sabor fue inferior a la obtenida por tratamientos con dosis más bajas.

Como se mencionó anteriormente, el fruto del cultivar "Keitt" tiene una coloración típica en el estado de madurez comercial. En este trabajo en general se obtuvieron frutos con un buen desarrollo de color y no se observó que los tratamientos tuvieran efectos diferenciables sobre el color y apariencia del fruto (Cuadro 5). Sólo el testigo presentó una apariencia menos atractiva, una coloración desuniforme y la cáscara arrugada debido a su lenta maduración y a la mayor pérdida de humedad.

Los resultados obtenidos para el porcentaje de frutos maduros en los distintos tratamientos del segundo ensayo se muestran en el Cuadro 6. Se observó que a los 4 días había una diferencia signifi-

ficativa entre el tratamiento 1 y los demás tratamientos, mientras que los tratamientos de 250 ug/ml de etefón y 1 g/kg de carburo de calcio fueron iguales al testigo.

En el segundo muestreo (8 días) los tratamientos de 750 y 1000 ug/ml de etefón habían alcanzado un alto porcentaje de maduración, mientras que los tratamientos de carburo de calcio sólo alcanzaron un máximo de 36,66 % de frutos maduros en el caso del tratamiento de 4 g/kg. A los 8 días el testigo no presentó frutos maduros.

A los 12 días los tratamientos con etefón alcanzaron porcentajes de frutos maduros superiores al 80%; los tratamientos con carburo de calcio alcanzaron un máximo de 73,33 % en el caso de la dosis de 4 g/kg, y el testigo apenas un 8,33 %. Todos los tratamientos alcanzaron el 100 % de frutos maduros al cabo de 20 días, excepto el testigo, pero los tratamientos de 1000 y 750 ug/ml de etefón lo lograron en un lapso de 12 días, mientras que los tratamientos con carburo demoraron entre 16 y 20 días para lograrlo, con las consecuentes pérdidas de humedad y apariencia general. De nuevo en este ensayo el testigo evidenció las dificultades de este cultivar para madurar adecuadamente.

Cuadro 5. Efecto del tratamiento sobre el sabor y apariencia del fruto de mango del cv. "Keitt", expresado con una escala cualitativa, 1984.

Tratamiento	Sabor*	Apariencia **
1	XXX	XXX
2	X	XXX
3	XX	XXX
4	X	XXX
5	XXX	XXX
6	XXX	XXX
7	XX	XXX
8	XXX	XXX
9	XXX	XXX
10	XX	XXX
11	XX	XX

Bueno: XXX Regular: XX Malo: X

* Cuatro frutos por repetición evaluados por personas escogidas al azar.

** Todos los frutos evaluados por personas escogidas al azar.

Cuadro 6. Efecto de tratamientos seleccionados de etefón y carburo de calcio en la maduración del mango cv. "Keitt", 1985.

Tratamiento	Porcentaje de frutos maduros*				
	Período de evaluación (días)				
	4	8	12	16	20
1	26,66a	100,00a	100,00a	-	-
2	15,00b	95,00a	100,00a	-	-
3	6,66c	65,00b	93,33ab	-	-
4	0d	43,33c	88,33b	96,66ab	-
5	16,66b	36,66d	73,33c	96,66ab	-
6	6,66c	15,33e	46,66d	83,33c	100,00a
7	5,00c	8,33e	46,66d	86,66bc	100,00a
8	0d	0f	18,33e	68,33d	95,00a
9	0d	0f	8,33f	31,33e	50,33b

* Valores con igual letra son estadísticamente semejantes según la prueba de Duncan al 5%.

Cuadro 7. Efecto del tratamiento sobre la sanidad de los frutos de mango del cv. "Keitt", expresado como porcentaje de frutos enfermos, 1985.

Tratamiento	Porcentaje de frutos enfermos*				
	Período de evaluación (días)				
	4	8	12	16	20
1	0	0	5,33a	—	—
2	0	0	0a	—	—
3	0	0	0a	—	—
4	0	0	0a	—	—
5	0	0	0a	25,00a	—
6	0	0	0a	25,00a	33,33a
7	0	0	0a	16,66b	28,33a
8	0	0	0a	21,33a	35,33a
9	0	0	2,33a	10,66c	40,00a

* Valores con igual letra son estadísticamente semejantes según la prueba de Duncan al 5%.

Los resultados de porcentaje de frutos enfermos para el segundo ensayo se presentan en el Cuadro 7. Debido a que se realizó un efectivo combate de enfermedades en el campo, el desarrollo de éstas no se manifestó en los primeros 8 días del ensayo y por tanto no afectó los tratamientos que alcanzaron la maduración completa entre los 8 y 12 días. Los problemas patológicos (antracnosis) se presentaron a partir de los 12 días y especialmente luego de los 16 días. Los tratamientos más afectados fueron los que requirieron más tiempo para alcanzar la maduración completa de la muestra, tal fue el caso del testigo y de los tratamientos de carburo de calcio inferiores a los 3 g/kg (Cuadro 7).

El efecto del tratamiento sobre el sabor de la muestra durante el segundo ensayo se observa en el Cuadro 8. Los tratamientos de etefón obtuvieron una mejor calificación en cuanto a sabor que el testigo e igual a la alcanzada por los tratamientos de 3 y 4 g/kg de carburo de calcio. En este ensayo las dosis empleadas no ocasionaron sobremaduración, sino que la menor calificación del sabor en los tratamientos 3, 4, 7, 8 y 9 se debió a que la dosis aplicada no fue suficiente para inducir el desarrollo de características organolépticas adecuadas para el consumo.

Para el segundo ensayo, de acuerdo con los resultados de los Cuadros 6 y 8, la mejor apariencia de los frutos estuvo asociada a los tratamientos que alcanzaron porcentajes de frutos maduros altos, en los cuales se desarrolló la pigmentación típica de madurez completa del cultivar "Keitt". Se observó que los tratamientos de 250 ug/ml de etefón y 1 g/kg de carburo de calcio no fueron diferentes en cuanto a apariencia al testigo.

DISCUSION

Los resultados obtenidos en el primer experimento de dosis y sistemas de aplicación de etefón y carburo de calcio mostraron que si bien hubo diferencia entre tratamientos para la velocidad de maduración en los muestreos a los 4 y 8 días, todos los tratamientos, con excepción del testigo provocaron la maduración completa de la muestra en el período comprendido entre los 8 y 12 días luego de aplicado el tratamiento. Los resultados para el testigo corroboraron los informes respecto a las dificultades de maduración de frutos del cv "Keitt", en Costa Rica (Elizondo y Hernández 1983), pues este tratamiento no fue sino hasta los 20 días en que alcanzó un 82 % de frutos maduros.

Cuadro 8. Efecto del tratamiento sobre el sabor y apariencia del fruto de mango cv. "Keitt", expresado con una escala cualitativa, 1985.

Tratamiento	Sabor	Apariencia**
1	XXX	XXX
2	XXX	XXX
3	XXX	XX
4	XX	XX
5	XX	XXX
6	XXX	XXX
7	XX	XX
8	XX	XX
9	X	XX

Bueno: XXX Regular: XX Malo: X

* Cuatro frutos por repetición evaluados por personas escogidas al azar.

** Todos los frutos evaluados por personas escogidas al azar.

En este momento los frutos evidenciaron pérdidas severas de humedad, y la calidad de maduración obtenida, en cuanto a apariencia y sabor del fruto, fue inferior a la obtenida con los demás tratamientos.

Todos los tratamientos a excepción del testigo alcanzaron el 100 % de frutos maduros en un tiempo razonable. Esto sugiere que dosis inferiores pudieran inducir adecuadamente la maduración por lo tanto, para este ensayo, las ventajas o desventajas de cada uno de los tratamientos debe buscarse en las restantes variables evaluadas.

Así, se obtuvo diferencias en cuanto al porcentaje de frutos con lesiones severas de antracnosis (*Colletotrichum* sp). Los máximos valores del porcentaje de frutos enfermos estuvieron asociados a los tratamientos con dosis iguales o superiores a 5 g/kg de carburo de calcio. Este hecho pudo estar asociado a la sobremaduración provocada por una dosis excesiva de acetileno, lo cual pudo susceptibilizar el fruto al desarrollo de enfermedades. El testigo no obstante lo prolongado de su período de maduración, presentó un porcentaje de frutos enfermos, al alcanzar el máximo de maduración, relativamente bajo (19,05 %), en comparación con los tratamientos de carburo de calcio, lo cual evidenció las dificultades que encuentran los patógenos para desarrollarse en frutos que no han alcanzado

el estado de madurez completa o que han sido debidamente protegidos en el campo.

Los tratamientos con etefón, en ambos sistemas de aplicación, presentaron, en promedio, los menores porcentajes de frutos enfermos, especialmente los tratamientos de 1000 y 1500 ug/ml en inmersión y aspersion, respectivamente.

En cuanto al sabor de la muestra, los resultados indicaron que los tratamientos con etefón permitieron al fruto desarrollar características organolépticas óptimas para su consumo, especialmente con los tratamientos de 1000 y 1500 ug/ml en aspersion y 2000 ug/ml en inmersión. Los tratamientos con carburo de calcio, por otro lado, produjeron el desarrollo de características subóptimas en cuanto a sabor, posiblemente debido a la sobremaduración que provocaron y al olor característico y desagradable que este producto imparte a los frutos.

Los resultados obtenidos sobre la apariencia general del fruto, en el primer ensayo, no evidencian efecto diferencial de los tratamientos. Solo el testigo presentó características indeseables en la apariencia del producto, especialmente por la pérdida de humedad y la desuniformidad de la coloración de la muestra, debido al mayor tiempo de exposición de los frutos a los efectos ambientales y

a las dificultades de maduración que presentan los frutos de este cultivar.

Los resultados obtenidos para el ensayo de dosis inferiores (ensayo 2) en cuanto a velocidad de maduración, mostraron que las dosis de 750 y 1000 ug/ml de etefón fueron adecuadas para la maduración de frutos del cv. "Keitt". Los tratamientos con dosis inferiores a 4 g/kg de carburo de calcio no fueron tan efectivos para la inducción de la maduración, pues requirieron 16 días para alcanzar niveles comercialmente adecuados de frutos maduros, tiempo suficiente para que las pérdidas de humedad fueran significativas.

Se observó que en frutos cosechados de plantaciones con un adecuado control fitosanitario se redujeron las pérdidas por enfermedades en poscosecha, (Cuadro 7), ya que sólo los frutos que requirieron de un período mayor para alcanzar la maduración completa de la muestra se vieron afectados por el desarrollo de lesiones de antracnosis.

El sabor de los frutos en este segundo ensayo se vio influido por factores diferentes a los observados en el primer ensayo. En este caso, el sabor se vio afectado por una maduración inadecuada o insuficiente, al no contar, algunos tratamientos, con las cantidades requeridas del inductor de maduración.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En condiciones de maduración no controlada, es decir en condiciones ambientales, los tratamientos de etefón superiores a 750 ug/ml provocaron una adecuada maduración de los frutos del cv. "Keitt".

Dosis de etefón superiores a 2000 ug/ml parecen provocar sobremaduración en los frutos y afectar el sabor y apariencia de los mismos.

Los tratamientos de carburo de calcio en dosis de 3 a 4 g/kg de fruto pueden inducir una adecuada maduración y dosis superiores a ésta pueden provocar sobremaduración o predisponer los frutos al desarrollo de patógenos, lo que afectaría la calidad de los frutos.

Los frutos sin tratar evidenciaron problemas para alcanzar la maduración en un período razonable de tiempo, antes de verse afectado por el ataque de patógenos o las pérdidas de humedad.

El sistema de aplicación más eficiente para el etefón fue el de aspersión, pues es más accesible al agricultor, además evidencia ligeras ventajas prácticas sobre el sistema de inmersión.

Dados los resultados obtenidos para ambos experimentos, el sistema de maduración más recomendable fue el etefón en dosis entre 750 y 1500 ug/ml en aspersión y agregando un adherente.

A pesar que el hecho de haber fijado preliminarmente un índice de cosecha para uniformar las muestras para los ensayos, es necesario establecer más rigurosamente el punto óptimo de cosecha para frutos de este cultivar y dilucidar así la causa de la pobre calidad interna de los frutos de algunos tratamientos.

La evidencia sugiere que no se presentaron infecciones en los frutos de mango luego de su cosecha, sino que las enfermedades que se presentaron (básicamente antracnosis) provienen de infecciones de campo que solo se pueden reducir con un adecuado plan de combate.

Con el fin de determinar si algunas dosis de etefón y de carburo de calcio produjeron sobremaduración o si la pérdida de calidad se debió a períodos de muestreo muy separados se sugiere reducir el período de evaluación a lapsos de 2 días.

RESUMEN

Se llevó a cabo un estudio para determinar el efecto del etefón y del carburo de calcio sobre la maduración, en condiciones ambientales, de frutos de mango cv. "Keitt", en la zona de Alajuela, Costa Rica. El trabajo se desarrolló entre los meses de mayo y junio de 1984 y entre los meses de junio y julio de 1985.

En el primer ensayo se probaron dosis de 4, 5, 6 y 7 g de carburo de calcio/kg de fruta y 1000, 1500 y 2000 ug/ml de etefón aplicado por inmersión y por aspersión a frutos cosechados en madurez fisiológica.

En un segundo ensayo se probaron dosis de 1, 2, 3 y 4 g/kg de carburo de calcio y dosis de 250, 500, 750 y 1000 ug/ml de etefón aplicado en aspersión.

Se halló que dosis superiores a 5 g/kg de carburo de calcio pueden provocar sobremaduración del fruto en un período de 8 días, y dosis inferiores a 3 g/kg produjeron una maduración lenta que permitió el deterioro del producto por pérdida de peso.

Las dosis de etefón superiores a 750 ug/ml indujeron una adecuada maduración del fruto en un período entre 8 y 12 días, pero las dosis de 1500 y 2000 ug/ml provocaron cierto grado de sobremaduración. Sin embargo, no fue posible de-

terminar si el efecto negativo se debió a la dosis de etefón o al intervalo existente entre evaluaciones.

El tratamiento testigo demoró 20 días para alcanzar un porcentaje de frutos maduros superior a 50 %, pero en ese lapso perdió aproximadamente un 15 % del peso inicial por deshidratación, lo cual disminuyó considerablemente su valor comercial.

LITERATURA CITADA

- ARRIOLA, M.C. de; MENCHU, C.R. 1976. Caracterización, manejo y almacenamiento de mango. Guatemala. Instituto Centroamericano de Investigación en Tecnología Industrial (ICAITI). 36 p.
- BHULLAR, J.S. 1981. Ripening of "Langra" mangoes with ethrel and calcium carbide. *Progressive Horticulture* 14 (1): 71-72. (Compendiado en *Horticultural Abstracts* 54(2): 1525. 1984).
- CAMPBELL, C.W. y MALO, S.E. 1969. The effect of 2-chloroethylphosphonic acid on reopening of mango fruits. *Proceedings of the Tropical Region Amer. Soc. for Hort. Sci.* 13: 221-225.
- ELIZONDO, R.; HERNANDEZ, R.L. 1983. El mango. San José, EUNED.
- GOLDENBERG, N. 1977. Post-harvest handling of fresh fruits and vegetables. *Outlook in Agriculture (Inglaterra)* 8(2): 105-112.
- KRISHNAMURTY, Y.; SUBRAMAYAN, H. 1977. Pre and post-harvest physiology of the mango fruit: a review. *Tropical Science* 15 (2): 167-196.
- LAKSMINARAYANA, S. *et al.* 1981. Mango: variedades "Keitt" y "Kent", tratamientos en poscosecha. *Revista Comisión Nacional de Fruticultura (México)*. p. 57-66.
- MALEVSKY, Y. *et al.* 1977. External color as maturity index of mango. *Journal of Food Science* 42(5): 1316-1319.
- MUSA, S.K. 1974. Preliminary investigations on the storage and ripening of "Totapuri" mangoes in the Sudan. *Tropical Science* 16 (2): 65-73.
- PANTASTICO, E. (ed). 1975. Post-harvest physiology, handling and utilization of tropical and subtropical fruits and vegetables. West-port, Connecticut, AVI. p. 188-199.
- POSTHARVEST HORTICULTURE TRAINING AND RESEARCH CENTER. 1982. *Tips in handling mangoes*. University of Philippines. PHTCR circular 11.
- RAO, D.V. *et al.* 1980. On the quality of season mango fruit and its improvement. *Science and Culture* 46(7): 267-268. (Compendiado en *Horticultural Abstracts* 51(6): 5037. 1981).
- SAMPIAO, V.R. 1981a. Competição entre processos de amadurecimento da manga. *Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"*. 38(1): 85-91.
- SAMPIAO, V.R. 1981b. Efeito do ácido-2-cloroetilfosfónico na maturação da manga. *Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"*. 38(1): 93-98.
- SINGH, L.B. 1977. Mango. *In* *Echophysiology of tropical crops*. Ed. by P. de T. Alvim. New York, Academic Press. 387 p.
- WEAVER, R.J. 1980. Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura. México, Trillas. 622 p.