

**EVALUACION DE DOS METODOS BASADOS EN CONDICIONES  
METEOROLOGICAS PARA EL COMBATE QUIMICO DE ANTRACNOSIS  
(*Colletotrichum gloesporioides* Penz.) DEL MANGO (*Mangifera indica*) EN  
COSTA RICA**

Melanie J. Hord<sup>1</sup>  
Luis Felipe Arauz<sup>2</sup>  
Walter Rodríguez<sup>3</sup>

**RESUMEN**

**Evaluación de dos métodos basados en condiciones meteorológicas para el combate químico de Antracnosis en Costa Rica.** Se realizaron dos experimentos en las provincias de Alajuela y Guanacaste, Costa Rica a fin de evaluar dos métodos de combate químico de la antracnosis del mango con base en condiciones meteorológicas. Aplicaciones del fungicida erradicante prochloraz fueron programadas de acuerdo con un sistema desarrollado en Australia basado en temperatura y mojadura foliar, o con una modificación del método australiano que incluía la humedad relativa. Ambos métodos fueron comparados con un tratamiento estándar a base de benomil y mancozeb, y con un testigo sin fungicida. La aplicación preventiva de la mezcla benomil + mancozeb durante la floración y el desarrollo del fruto fue el tratamiento más eficaz ( $p \leq 0,05$ ) para el combate de la antracnosis en frutos producidos en época lluviosa, con más de un 80% de frutos exportables. El uso de los métodos basados en condiciones meteorológicas (Australiano y el modificado) resultó en un menor número de aplicaciones de fungicidas, pero en una mayor severidad de antracnosis

**ABSTRACT**

**Evaluation of two weather-based spray programs for control of mango anthracnose in Costa Rica.** Field trials were conducted in the Alajuela and Guanacaste provinces of Costa Rica to evaluate two weather-based spray programs for control of mango anthracnose. Applications of the eradicant fungicide prochloraz were scheduled according to a predictive model developed in Australia based on temperature and leaf wetness, or a modification of the Australian system that included relative humidity. The weather-based spray programs were compared to a standard chemical treatment of benomyl+mancozeb, and to an untreated control. Application of benomyl + mancozeb on a preventive schedule during flowering and fruit development was the most effective treatment ( $p \leq 0.05$ ) for control of anthracnose in fruit produced under wet conditions, resulting in >80% exportable fruit. The weather-based spray programs resulted in fewer fungicide applications, but the percentage of exportable fruit produced in wet conditions was <15% and did not differ from the untreated control. Use of the weather-based systems during dry conditions

---

<sup>1</sup> Mag.Sc. Estación Experimental Fabio Baudrit M., Universidad de Costa Rica.

<sup>2</sup> Ph.D. Centro de Investigaciones en Protección de Cultivos, Universidad de Costa Rica.

<sup>3</sup> Sede regional de Guanacaste, Universidad de Costa Rica.

( $p \leq 0,05$ ) en comparación con el tratamiento estándar. No hubo diferencias significativas entre estos métodos y el testigo, con respecto al porcentaje de frutos exportables, el cual fue menor al 15%. En época seca fue innecesario hacer aplicaciones de fungicidas ya que más del 90% de la fruta fue de calidad exportable en todos los tratamientos, sin diferencias estadísticas entre ellos.

resulted in unnecessary fungicide applications; more than 90% of the fruit were of export quality with no significant differences among treatments.

---

### INTRODUCCION

La antracnosis causada por el hongo *Colletotrichum gloeosporioides* Penz., es la enfermedad más prevalente en el mango en Costa Rica. Esta enfermedad causa un tizón de flores que impide el cuaje de frutos y también ataca frutos en desarrollo en el campo, lo cual resulta en pérdidas poscosecha (Arauz 1986).

Los métodos tradicionales de combate químico de enfermedades en mango se basan en aplicaciones regulares de fungicidas protectores para prevenir la infección (Costa Rica, MAG 1991). Estas aplicaciones a menudo se efectúan en forma innecesaria durante los períodos de baja probabilidad de infección y traen consecuencias tales como aumento en los costos de producción, problemas ambientales asociados al uso de plaguicidas y el desarrollo de la resistencia del patógeno.

Los sistemas de predicción de enfermedades han sido desarrollados para efectuar un combate más eficiente en muchos cultivos. Estos sistemas usan modelos que predicen la infección con base en el conocimiento del efecto de las condiciones ambientales sobre el patógeno. Se aplican fungicidas sistémicos inmediatamente después de períodos favorables para la infección, según lo indique el modelo, en vez de hacerlo de acuerdo al calendario como en los sistemas tradicionales. El uso de modelos predictivos para programar las aplicaciones de fungicidas a menudo reduce el número de aplicaciones requeridas para obtener un combate adecuado de enfermedades. Tales modelos se usan actualmente en otros países para el combate de la sarna del manzano, la mancha foliar del maní y el tizón tardío de la papa (Fry 1982).

En Australia ha sido desarrollado un modelo que predice la antracnosis del mango con base

en condiciones ambientales (Fitzell et al. 1984, Peak et al. 1986). El nivel de infección se estima con base en la temperatura y la duración de la mojadura de la superficie foliar después de una precipitación mayor a 0,2 mm; la humedad relativa no se toma en cuenta en el modelo. El modelo fue comprobado en un estudio de campo en Australia, en el que se aplicó el fungicida prochloraz, que actúa como curativo y preventivo contra la antracnosis del mango durante la floración después de períodos predichos de infección según el modelo. El fungicida no se reaplicó cuando ocurrió un período favorable para la infección durante los siete días después de la aplicación. El uso del modelo tuvo como resultado una significativa reducción en el número de aplicaciones durante la floración, en comparación con las recomendaciones comerciales. En experimentos llevados a cabo en Costa Rica, el prochloraz fue tan efectivo para el combate de la antracnosis del mango como el tratamiento comercial a base de benomil+mancozeb (Córdoba 1992). Además, el prochloraz tiene un modo de acción diferente que benomil y por lo tanto puede ser de utilidad en el manejo de la resistencia a benzimidazoles (Delp 1987).

El sistema australiano muestra potencial para un manejo más eficiente de la antracnosis del mango, pero varios factores deben ser considerados antes de

poner en práctica un sistema de predicción similar en Costa Rica. El uso del modelo en Australia redujo el número de aplicaciones necesarias durante la floración. Sin embargo, no se ha evaluado su eficacia en la fase de poscosecha de la enfermedad. Otro factor que debe tomarse en cuenta es la influencia de la humedad relativa sobre la infección, la cual no fue considerada en el modelo australiano, pero podría ser importante en condiciones de Costa Rica.

El objetivo del presente estudio fue evaluar en condiciones de Costa Rica dos métodos de combate químico de la antracnosis del mango: uno basado en el modelo australiano y el otro constituye una modificación que incluye la humedad relativa.

#### **MATERIALES Y METODOS**

Se realizaron dos experimentos en dos lugares de Costa Rica: uno en la Estación Experimental Fabio Baudrit M. (EEFBM), Universidad de Costa Rica, ubicada en el distrito San José de Alajuela, a una altitud de 840 m, con una precipitación anual de 2000 mm, temperatura media de 21,8 °C y un porcentaje de humedad relativa medio del 75%; el otro se realizó en la finca de la empresa Mango Tico, S.A., ubicada en Liberia, Guanacaste, a una altitud de 56 m, con una precipitación anual de 800 mm y una temperatura media de 27 °C.

Se utilizaron árboles adultos de mango de la variedad "Julie" en la EEFBM y de la variedad "Haden amarillo" en Mango Tico. El período experimental fue del 13 de febrero al 10 de junio de 1992 en la EEFBM y del 25 de febrero al 2 de mayo de 1992 en Liberia.

Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con cuatro repeticiones para cada tratamiento en Mango Tico y tres repeticiones en la EEFBM. La unidad experimental fue un árbol, del cual se tomó una muestra de 20 frutos, cosechados a madurez fisiológica y evaluados a madurez comercial.

Se llevaron registros de precipitación, humedad y temperatura durante el transcurso del experimento. Un higrotermógrafo se ubicó dentro de la copa de un árbol para registrar temperatura y humedad. La lluvia se registró en una estación meteorológica cercana al área experimental.

Los tratamientos fueron los siguientes:

Testigo (Sin uso de fungicidas); Benomil (0,5 g i.a./l)+mancozeb (4 g i.a./l) (Tratamiento estándar); Prochloraz (0,25 g i.a./l), de acuerdo con el método australiano; Prochloraz, (0,5 g i.a./l); de acuerdo con el método modificado; Benomil+mancozeb de acuerdo con el sistema australiano y Benomil+mancozeb de acuerdo con el sistema modificado.

Se realizaron aplicaciones de los fungicidas con una atomizadora de motor. Se aplicó benomil+mancozeb a todos los árboles previamente al inicio del experimento, a fin de promover una presión de inóculo similar para todos los tratamientos. En la EEFBM, el tratamiento estándar se hizo mediante aplicaciones semanales de benomil+mancozeb durante la floración y cada dos semanas después del cuaje de frutos mientras que en Mango Tico, de acuerdo con la práctica normal de la finca que consistió en aplicar los fungicidas benomil y mancozeb si la humedad relativa media en las últimas 24 horas era mayor al 70%. Con el método australiano los fungicidas se aplicaron de la siguiente forma: durante la etapa de floración, éstos se aplicaron solamente si había llovido y no se había aplicado nada una semana antes; mientras que en la etapa posfloración los fungicidas se aplicaron solamente si había llovido y no se habían realizado aplicaciones en las dos semanas anteriores. En condiciones de temperatura similares a las de los sitios experimentales, el modelo australiano predice infección (formación de apresorios oscuros a partir de un 10% de los conidios) en aproximadamente una hora de mojadura (Fitzel *et al.* 1984). Debido al corto tiempo requerido para la infección, para efectos prácticos se consideró innecesario contar las horas de mojadura posteriores a la lluvia y se tomó

la simple ocurrencia de lluvia como criterio de infección. Los fungicidas con el método modificado se aplicaron en las mismas condiciones que el anterior, pero además se aplicaron si el higrómetro indicaba más del 95% de humedad relativa aunque no hubiera llovido. Debido al número de árboles con flores insuficiente en la EEFBM, los tratamientos 5 y 6 se aplicaron solo en el ensayo de Liberia.

Las variables evaluadas fueron: número de aplicaciones de fungicida, incidencia de antracnosis en frutos maduros, severidad de antracnosis en frutos maduros y porcentaje de frutos de calidad exportable. Se evaluó la severidad al estimar el porcentaje de la superficie del fruto infectada a una escala visual (Cuadro 1). Se consideró exportable todo fruto con menos del 1% del área afectada por la antracnosis.

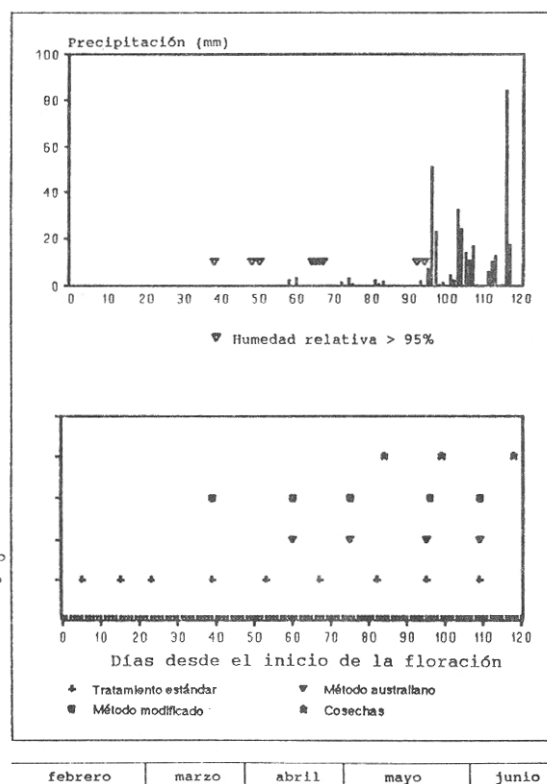
**Cuadro 1.** Escala utilizada para la evaluación de la severidad de Antracnosis en frutos de mango.

Severidad (% del área infectada)	Promedio
0	0
0 - 0,1	0,1
0,1 - 1	0,5
1 - 3	2,3
3 - 6	4,7
6 - 12	9,4
12 - 25	18,8
25 - 50	37,2

## RESULTADOS

### Experimento 1

En la Estación Experimental Fabio Baudrit M. durante el período desde la floración hasta la cosecha, se presentaron 33 días con lluvia y 9 días sin lluvia pero con humedad relativa mayor al 95%. Se realizaron tres cosechas: el 6 y el 22 de mayo, y el 10 de junio del año 1992 (Fig.1).



**Fig. 1.** Cronograma de aplicaciones de fungicidas de acuerdo al método de combate de antracnosis (*C. gloeosporioides* Penz) del mango en relación con la precipitación y los períodos de humedad relativa superiores al 95%, en la Estación Experimental Fabio Baudrit M., Alajuela, Costa Rica.

En las condiciones secas antes de la primera cosecha, se realizaron siete aplicaciones del tratamiento estándar (benomil+mancozeb en calendario preventivo), tres aplicaciones del prochloraz según el método modificado y dos aplicaciones según el método australiano (Fig. 1). El prochloraz se aplicó dentro de las 48 horas siguientes a los períodos predi-

chos de infección. La incidencia de la antracnosis fue menor al 30%; la severidad fue menor al 1% y el porcentaje de frutos exportables fue superior al 90% en todos los tratamientos, incluyendo el testigo. No hubo diferencias significativas entre tratamientos para la incidencia, severidad y frutos exportables en la primera cosecha (Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Efecto de diferentes métodos de combate químico en la incidencia y severidad de la antracnosis y en el porcentaje de frutos exportables del mango cv. Julie, en la Estación Experimental Fabio Baudrit, Alajuela, Costa Rica.

Tratamiento/ cosecha	N° acumulado de períodos predichos de infección	Número de aplicaciones acumuladas	Incidencia (%)	Severidad (%)	Frutos Exportables (%)
Cosecha 1: 6 de mayo de 1992					
1	-	0	29,8	0,51	91,2
2	-	7	5,0	0,12	95,0
3	9	2	17,2	0,36	92,8
4	16	3	15,0	0,65	90,0
Cosecha 2: 22 de mayo de 1992					
1	-	0	95, a *	6,44 a	29,8 c
2	-	8	18,1 b	0,70 c	100,0 a
3	16	3	91,5 a	5,90 a	37,3 bc
4	25	4	68,3 a	1,69 b	70,0 b
Cosecha 3: 10 de junio de 1992					
1	-	0	98,3 a	11,49 a	13,3 b
2	-	9	71,7 b	0,86 b	80,0 a
3	33	4	98,3 a	7,98 a	11,7 b
4	42	5	100,0 a	12,34 a	6,7 b

<sup>1</sup> Testigo

<sup>2</sup> Benomil+mancozeb, en calendario preventivo

<sup>3</sup> Prochloraz, de acuerdo con el método australiano

<sup>4</sup> Prochloraz, de acuerdo con el método modificado

\* Medias con igual letra para cada variable presentan diferencias no significativas según prueba de Duncan 5%.

En la segunda y tercera cosecha se presentaron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre los tratamientos para todas las variables. El tratamiento con la menor incidencia y severidad de antracnosis, y el mayor porcentaje de frutos exportables, fue el tratamiento estándar (benomil + mancozeb en calendario preventivo) (Cuadro 2). En la segunda cosecha, se presentó en el método modificado una severidad menor que la del método australiano, la cual no fue diferente del testigo. Sin embargo, en la tercera cosecha, el sistema australiano y el método modificado no fueron diferentes del testigo con respecto a la incidencia, la severidad y el porcentaje de frutos exportables (Cuadro 2).

## Experimento 2

En Liberia, Guanacaste durante el período experimental, la humedad relativa fue mayor al 95% en sólo una ocasión y la humedad relativa promedio fue mayor al 70% en dos ocasiones. Se hizo una aplicación del tratamiento estándar (benomil+mancozeb) de acuerdo con la práctica normal de la finca, una aplicación del benomil+mancozeb y una aplicación del prochloraz de acuerdo con el sistema modificado. No se aplicó nada con el método australiano, ya que no llovió durante ese período.

La incidencia de la antracnosis fue menor al 7%, la severidad menor al 0,2% del área del fruto afectada y el porcentaje de frutos de calidad exportable fue cerca del 100% en todos los tratamientos (Cuadro 3).

**Cuadro 3.** Efecto de diferentes métodos de combate químico en la incidencia y severidad de antracnosis, y en porcentaje de frutos exportables del mango cv. Haden Amarillo, en Liberia, Guanacaste, Costa Rica. 2 Mayo 1992.

Tratamiento	Incidencia (%)	Severidad (%)	Frutos Exportables (%)
1	5,3	0,12	98,2
2	0,0	0,00	100,0
3	5,4	0,17	94,6
4	5,1	0,16	98,3
5	6,8	0,10	98,3
6	4,4	0,10	98,3

<sup>1</sup> Testigo

<sup>2</sup> Benomil+mancozeb, en base con la práctica de la empresa Mango Tico, S.A.

<sup>3</sup> Prochloraz, de acuerdo con el sistema aureliano

<sup>4</sup> Prochloraz, de acuerdo con el sistema modificado

<sup>5</sup> Benomil+mancozeb, de acuerdo con el sistema australiano

<sup>6</sup> Benomil+mancozeb, de acuerdo con el sistema modificado

### DISCUSION

La mayoría de los frutos producidos en las condiciones secas de Liberia y antes de la primera cosecha en la EEFBM, fueron de calidad exportable. Conforme avanzó la época lluviosa en la EEFBM, aumentó la incidencia y la severidad de la enfermedad. Estos resultados reafirman que la estación seca es la época más favorable para producir mango, puesto que las condiciones de sequía disminuyen la incidencia y la severidad de la antracnosis al desfavorecer la diseminación y germinación del patógeno (Arauz 1986, Alpízar 1986). En estas condiciones para combatir la antracnosis puede bastar el simple tratamiento térmico poscosecha con agua caliente a 52 °C, 5 minutos sin fungicida, el cual es muy eficaz a niveles bajos de infección (Cuendis 1988).

La eficacia del sistema usado por la empresa Mango Tico y la eficacia del sistema modificado en condiciones de poca precipitación, indican que debe prestarse atención al efecto de la humedad relativa sobre la epidemiología de la antracnosis. Dodd et al. (1991b) en Las Filipinas encontraron que esta variable influye en el proceso de infección, por lo que sugirieron modificaciones al modelo australiano original. Por otra parte, Prusky y Gat (1992), en Israel, desarrollaron un sistema basado en humedad relativa y la evaluación de infecciones latentes

para predecir la mancha negra del fruto de mango causada por *Alternaria alternata*, el cual es usado como criterio para decidir la necesidad de aplicar el fungicida iprodione en poscosecha. Opciones similares deben investigarse en condiciones locales con el fin de predecir la severidad de antracnosis y mejorar las estrategias de combate de esta enfermedad en condiciones de precipitación esporádica y períodos frecuentes de alta humedad relativa.

En las condiciones lluviosas, las aplicaciones de la mezcla benomil+mancozeb en calendario preventivo lograron un buen combate de la enfermedad. El prochloraz no fue efectivo cuando se aplicó después de los períodos predichos de infección en la dosis recomendada de 0,25 g i.a./l. En otros experimentos llevados a cabo en Costa Rica, la aplicación preventiva de prochloraz en dosis de 0,9 g i.a./l, fue tan efectiva como el tratamiento estándar a base de benomil+mancozeb (Córdoba 1992). En estudios en Australia, la aplicación erradicativa de prochloraz en dosis de 0,6 g i.a./l, de acuerdo con el modelo fue efectiva para el combate de la antracnosis durante la floración, pero no se evaluó la eficacia en la fase de poscosecha de la enfermedad (Peak et al. 1986). En estudios en Las Filipinas, la aplicación preventiva de prochloraz en dosis de 0,25 g i.a./l no fue tan efectiva



como el benomil para el combate de la antracnosis en los frutos. Sin embargo, en dosis de 0,5 g i.a./l, el uso preventivo u erradicativo de prochloraz logró un buen combate (Dodd *et. al.* 1991a). Es necesario reevaluar la dosificación de este fungicida en condiciones locales, ya que aparentemente la dosis necesaria para lograr un efecto curativo es mayor que la recomendada por el fabricante (Schering Ag) para aplicaciones preventivas, lo cual pudo haber incidido en el resultado del presente estudio.

Por otra parte, en época de lluvias es necesario aplicar un fungicida con el tratamiento térmico poscosecha (Cuendis 1988). Eckert y Ogawa (1985) mencionan que la aplicación poscosecha de prochloraz es eficaz para el combate de la antracnosis e indican que debe evitarse el uso de fungicidas con el mismo modo de acción en el campo y en poscosecha, ya que esto incrementa la presión de selección de cepas resistentes en la población del patógeno. Por tanto, no es recomendable la aplicación erradicativa en el campo del prochloraz, el cual debe reservarse para tratamientos poscosecha.

#### CONCLUSIONES

Se puede concluir que el método de aplicación de fungicidas desarrollado en Australia no fue adecuado en las

condiciones del presente estudio. Si tanto la floración como el desarrollo del fruto se dan en época seca como ocurrió en Guanacaste, no es necesaria la aplicación de fungicidas sistémicos en el campo, ya que el desarrollo de la antracnosis se ve limitado por las condiciones ambientales. Para la protección del fruto en época lluviosa, lo más recomendable es la aplicación preventiva de mezclas de fungicidas protectores y sistémicos de buena eficacia para el combate de antracnosis, como lo es la mezcla benomil+mancozeb.

#### AGRADECIMIENTO

Los autores desean agradecer al Sr. German Alvarado, asistente del programa de Frutales de la EEFBM y al personal técnico y administrativo de Mango Tico S.A. por su valiosa ayuda.

#### LITERATURA CITADA

- ALPIZAR, R. 1986. Evaluación de fungicidas y momentos de aplicación para el combate de antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz.) en mango (*Mangifera indica* L.) cv. Tommy Atkins. Tesis Ing. Agr. San José, Costa Rica. Universidad de Costa Rica. 54 p.
- ARAUZ, L. F. 1986. Enfermedades postcosecha del mango y su combate. Programa de Comunicación Agrícola. Escuela de Fitotecnia, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 20 p.

- CORDOBA, M. A. 1992. Prueba de fungicidas para el combate químico de la antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*) en mango (*Mangifera indica* L.). Tesis Ing. Agr. San José, Costa Rica, Universidad de Costa Rica. 45 p.
- COSTA RICA, Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). 1991. Aspectos técnicos sobre cuarenta y cinco cultivos agrícolas de Costa Rica. Boletín Técnico N° 74. San José. 560 p.
- CUENDIS, B. 1988. Tratamientos de inmersión con tres fungicidas y agua caliente para el combate de enfermedades de poscosecha en mango (*Mangifera indica* L.) Tesis Ing. Agr. San José, Costa Rica. Universidad de Costa Rica. 111 p.
- DELP, C. 1987. Fungicide Resistance in North America. Paul, MN, APS Press St. USA, 133 p.
- DODD, J.; Bugante, R.; Koomen, I.; Jeffries, P.; Jeger, M. 1991a. Pre and post-harvest control of mango anthracnose in the Philippines. *Plant Pathology* 40:576-583.
- DODD, J.; Estrada, A.; Matcham, J.; Jeffries, P.; Jeger, M. 1991b. The effect of climatic factors on *Colletotrichum gloeosporioides*, causal agent of mango anthracnose, in the Philippines. *Plant Pathology* 40:568-575.
- ECKERT, J. W.; Ogawa, J. M. 1985. The chemical control of postharvest diseases: subtropical and tropical fruits. *Annual Review of Phytopathology* 23:421-454.
- FITZELL, R. D.; Peak, C. M.; Darnell, R. E. 1984. A model for estimating infection levels of anthracnose disease of mango. *Ann. Appl. Biol.* 104:451-458.
- FRY, W. E. 1982. Principles of plant disease management. Academic Press, Inc. USA. Orlando, FL. p. 378.
- PEAK, C. M.; Fitzell, R. D.; Hannah, R. S.; and Batten, D. J. 1986. Development of a microprocessor-based data recording system for predicting plant disease based on studies on mango anthracnose. *Computers and Electronics in Agriculture*, 1:251-262.
- PRUSKY, D.; y Gat, T. 1992. Preharvest conditions and postharvest treatments affecting the incidence of decay in mango fruits during storage. In University of Florida, IV International Mango Symposium, Miami Beach, Fla. p. 24 (abstr.)