

21

# METODO DE DETECCION DE AMARILLAMIENTOS CAUSADOS POR ORGANISMOS TIPO MICOPLASMA MEDIANTE EL MONITOREO DEL COMPORTAMIENTO DE ESTOMAS.

**Jorge Santamaría y Carlos Oropeza**

**Presentada por:**

**José Armando Escamilla Bencomo**

Centro de Investigación Científica de Yucatán. Apdo. Postal 87. Cordemex, 97310 Yuc.,  
México.

## **INTRODUCCION**

El amarillamiento letal así como otras enfermedades causadas por organismos tipo micoplasma (OTM) causan una serie de alteraciones fisiológicas en las plantas. Una de estas alteraciones es una reducción en la conductancia estomatal la cual es el resultado de cierto grado de cierre de los estomas.

Basham y Eskafi (1980) y Eskafi et al. (1986) detectaron una menor conductancia estomatal durante el mediodía en palmas de coco que presentaban amarillamiento letal que en palmas sanas. Otras enfermedades asociadas con infecciones por organismos tipo micoplasma y espiroplasmas, también causan cierre estomatal en otras especies. Por ejemplo en el amarillamiento del olmo, el amarillamiento del fresno, la enfermedad X de *Prunus virginiana*, el enanismo del maíz (Matteoni y Sinclair, 1983). Mas aún, los estomas de plantas de *Catharanthus roseus* inoculadas con los agentes que causan amarillamiento del

olmo y del fresno se cerraron como resultado de la inoculación. Por lo tanto se ha sugerido, que el cierre de estomas es un síntoma de patogénesis relacionada a organismos tipo micoplasma (Matteoni y Sinclair, 1983).

No es muy claro porqué se cierran los estomas como resultado de infecciones por OTM's, se puede pensar que se debe a desbalances hormonales (León et al., 1991) aunque no se puede descartar que se deba a la producción de toxinas por parte de los OTM's. Cualquiera que sea la causa, aparentemente el cierre de estomas ocurre antes de la aparición de síntomas visuales. En el amarillamiento del olmo, ocurre una reducción significativa de la conductancia estomatal 3.5 semanas antes de la aparición del primer síntoma, mientras que en el amarillamiento del fresno, la reducción de la conductancia precede la aparición de síntomas visuales hasta 2 meses (Fig. 1). Por lo que se ha sugerido que el monitoreo del grado de cierre estomatal, pueda ser una herramienta útil en la detección de enfermedades causadas por OTM's.

## **POROMETRIA**

---

Uno de los métodos mas prácticos para monitorear el grado de apertura estomatal es el uso de porómetros de difusión los cuales estiman la resistencia estomatal ( $r_s$ ) o su inverso, la conductancia estomatal ( $g_s$ ). La porometría de difusión se basa en la medición de la tasa de pérdida de vapor de agua transpirada en una hoja confinada en una cámara hermética. Dicha tasa de pérdida se determina a partir de la tasa de incremento de humedad debida a transpiración, medida como tiempo de paso (como en el caso de porómetros del tipo Delta T MK III; Delta T Devices) o a partir de la tasa a la cual se tiene que adicionar aire seco para compensar dicho incremento en humedad (como en el caso de porómetros de balance nulo como el Li-Cor LI 1600) (ver Beadle et al. 1988). La conductancia del vapor de agua medida por porómetros de difusión es una estimación efectiva del grado de cierre de estomas, por lo que se puede extrapolar que el monitoreo de la conductancia estomatal por medio de porómetros puede ser útil en la detección temprana de enfermedades causadas por OTM's.

## **EL USO DE POROMETROS EN AMARILLAMIENTO LETAL**

---

En el caso del amarillamiento letal (AL) del cocotero donde la enfermedad se desarrolla mas rápidamente, los cambios en el comportamiento estomatal deben ocurrir más cercanos a la caída generalizada de los cocos (primer síntoma visual de acuerdo a McCoy, 1983). Basham y Eskafi (1980), estimaron que en palmas de coco afectadas por AL en Jamaica, la reducción de la conductancia estomatal ocurre hasta 2 semanas antes de la caída de cocos. En Yucatán, México, nuestros resultados indican una disminución significativa en la conductancia estomatal de palmas que empiezan a tirar sus cocos (grado 1) y continúa disminuyendo conforme la enfermedad avanza (Fig. 2). En un continuo monitoreo de palmas asintomáticas localizadas en plantaciones con alta incidencia de la enfermedad, encontramos una disminución considerable en la

conductancia estomatal 1 semana antes de la caída de cocos (Fig. 3) (León, 1990, León et al. 1991). Sin embargo, es extremadamente difícil establecer a ciencia cierta cuanto tiempo antes de la aparición de síntomas visuales se detecta una disminución significativa en la conductancia estomatal en palmas con AL, ya que a diferencia de los estudios de Matteoni y Sinclair (1983), no es fácil la trasmisión artificial del AL del cocotero. De cualquier forma, el descenso de la conductancia estomatal 1 ó 2 semanas antes de la caída de los cocos, hace limitado el uso de porómetros como método de detección temprano de la enfermedad si lo que estamos buscando son marcadores que indiquen la presencia de la enfermedad meses antes de la aparición de los síntomas visuales. Sin embargo, el monitoreo de la conductancia estomatal por porometría es sin lugar a dudas útil en la confirmación del diagnóstico de AL ya que en muchas ocasiones los síntomas visuales pueden confundirse. El descenso en la conductancia estomatal es suficientemente dramático y rápido para detectar la presencia de AL en una plantación. El monitoreo por porometría es relativamente práctico porque los porómetros de difusión son relativamente portátiles y no demasiado caros.

Sin embargo y considerando que al estar los estomas cerrados, la temperatura foliar aumenta, debe evaluarse el uso de pistolas infrarrojas para la detección remota (sin subirse a la palma) del cierre estomatal. En otras palabras, si la temperatura de una palma (usando pistolas infrarrojas) o de una plantación (usando fotografía aérea infrarroja) se encuentra anormalmente aumentada, debe ser el resultado de cierre estomatal y esto puede indicar la presencia de AL en una área aparentemente no afectada y puede ayudar en el monitoreo del frente de la enfermedad. Obviamente, todo lo anterior depende de que el cierre de estomas sólo ocurra como resultado de infecciones por AL y se debe evaluar si no ocurre un cierre de estomas equivalente en otras enfermedades como anillo rojo. De igual forma, se debe tener cuidado de realizar las mediciones a la misma hora del día en días soleados y cuidando que no esté presente en la plantación una evidencia clara de déficit hídrico ya que tanto sequía, como bajos niveles de radiación pueden generar bajos valores de conductancia estomatal y altas temperaturas foliares.

## **CONCLUSIONES**

En conclusión, los estomas de plantas que presentan enfermedades asociadas a organismo tipo micoplasma, tienden a cerrarse antes de la aparición de síntomas visuales. En algunas especies el cierre de estomas ocurre meses antes de la aparición de síntomas por lo que el monitoreo del comportamiento estomatal puede ser usado en el diagnóstico temprano de la enfermedad. En el caso del amarillamiento letal del cocotero su uso en este sentido es limitado porque este ocurre muy cercano a la aparición de síntomas. Sin embargo, el monitoreo del grado de cierre estomatal puede ser útil en la confirmación de la presencia de la enfermedad en una plantación. Se requieren estudios para determinar si el cierre estomatal es exclusivo de palmas que presentan AL o éste ocurre también en otras enfermedades. El monitoreo del grado de cierre estomatal puede efectuarse eficientemente y en forma relativamente práctica, pero tal vez, el monitoreo de la temperatura foliar resultante de dicho cierre

estomatal sea mas eficiente por las facilidades de detección remota como el uso de pistolas infrarrojas o de fotografía aérea infrarroja.

## REFERENCIAS

- Basham H.G. and Eskafi F.M. (1980). Xylem transport in palms with lethal yellowing. in 4th meeting International council on lethal yellowing (Thomas, D. Howard F. and Donselman H. eds.) Agric. Res. Ctr. Ins. Food Agric. Sci. U. Florida, Lauderdale 22p.
- Beadle C. Ludlow M. y Honeysett J. (1988) En: Técnicas en Fotosíntesis y Bioproduktividad. Eds. Coombs J. Hall D. Long S. Scurlock J. C.P. Chapingo Mex.
- Eskafi F. M. Basham H.G. and McCoy R.E. (1986). Decreased water transport in lethal yellowing diseased cocconut palms. Trop. Agric. 63, 225-228.
- León R. Oropeza C. y Santamaría J. Comportamiento estomatal de palmas de coco enfermas de amarillamiento letal (1990). Reunión Nacional de Bioquímica, S.L. Potosí, Mex.
- León R., Sánchez G., Alpizar L., Escamilla A., Santamaría J. y Oropeza C. (1991). Studies on the physiology of *Cocos nucifera* plants affected by lethal yellowing in Mexico. In: International Symposium on Coconut Research an Development. Central Plant Crops Institute, Rasaragot, India (in press).
- Matteoni J.A. and Sinclair W.A. (1983). Stomatal closure in plants infected with mycoplasmalike organisms. Phytopathology, 73, 398-402.
- McCoy (1983). Lethal yellowing of palms. Bull. 834 Agr. Exp. Stations, Inst. of Food and Agricultural Sciences U. of Florida.

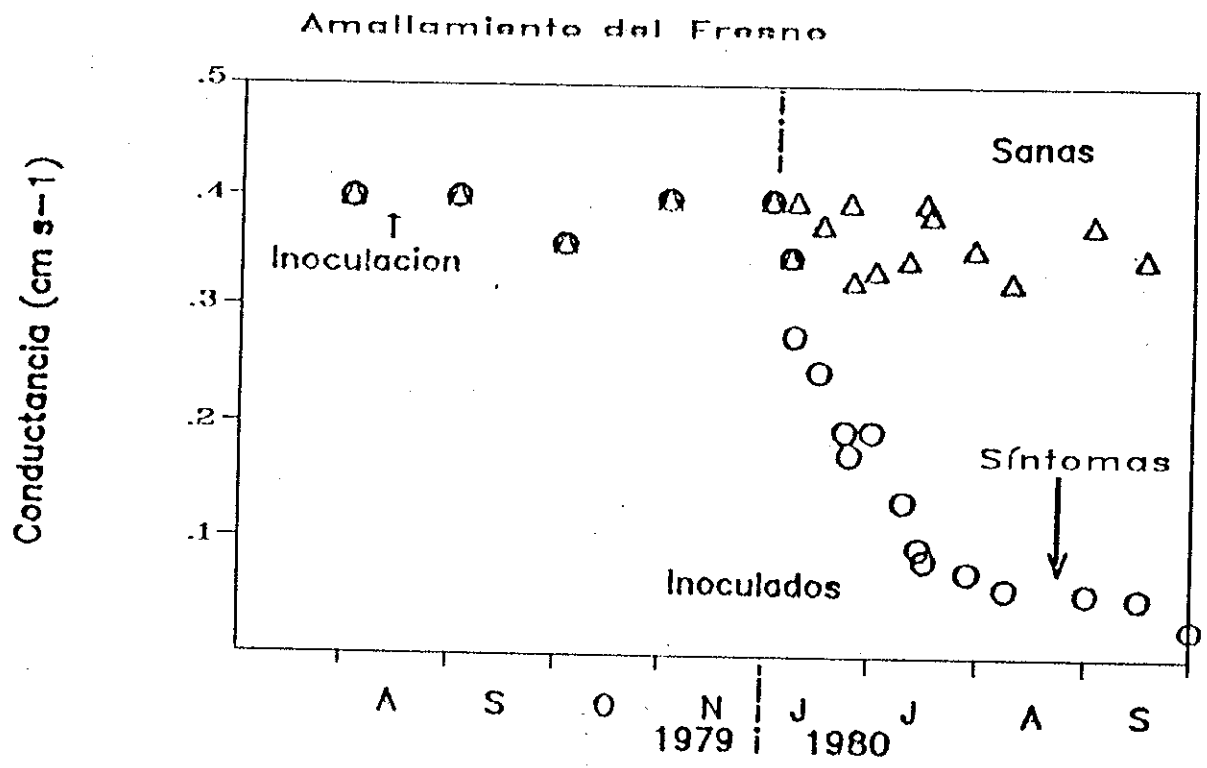


Figura. 1. Conductancia estomatal de plantas de fresno después de ser inoculadas con los respectivos agentes causantes de amarillamientos. La figura fue recalculada y modificada de Matteoni y Sinclair (1983).