

**Fluctuación de esporas estacional en mango ataulfo, en san Jerónimo, Guerrero México**

NORIEGA-CANTÚ D.H.\*†, PEREYDA-HERNÁNDEZ J.`, GARRIDO-RAMÍREZ E.R.` y LEYVA-MAYO, A`

*\*Carretera Iguala-Tuxpan Km. 2.5, Col. Centro Tuxpan C.P. 40000, Iguala de la Independencia Guerrero.**`Universidad Autónoma de Guerrero-Unidad Académica de Ciencias agropecuarias y Ambientales Periférico poniente s/n Col. Villa de Guadalupe C.P.40000 . Iguala de la Independencia Guerrero*

Recibido Junio 4, 2014; Aceptado Octubre 13, 2014

**Resumen**

A nivel nacional el estado de Guerrero aporta el 22% (352,806 ton) de la producción nacional, lo que lo ubica como primer productor de mango, seguido de Nayarit (266,875 ton), Sinaloa (235,772 ton), Oaxaca (165,053 ton), Chiapas (143,304 ton), Michoacán (135,486 ton), Veracruz (108,768 ton). La substancial colaboración en la producción nacional, implica que el cultivo del mango tiene una importancia económico-social para Guerrero, ya que de esta actividad dependen directamente productores rurales e indirectamente proveedores y personas que pueden emplear su mano de obra. La región de mayor producción y superficie sembrada en el estado de Guerrero es la Costa del estado (SAGARPA-SIAP, 2013); el 33% de la superficie está cubierta con variedad Manila, seguidas por Ataulfo y Haden, con 30 y 16%, respectivamente.

**Esporas, mango, ataulfo.****Abstract**

Nationally Guerrero state contributes 22% (352.806 ton) of domestic production, which ranks it as the largest producer of mango, followed by Nayarit (266.875 ton), Sinaloa (235.772 ton), Oaxaca (165.053 ton) Chiapas (143.304 ton), Michoacán (135.486 ton), Veracruz (108.768 ton). The substantial cooperation in domestic production, implies that the handle has a growing economic and social importance for Guerrero, since this activity depend directly and indirectly rural producers and providers who can use their labor. The region of increased production and planted in the state of Guerrero is the Costa surface state (SAGARPA-SIAP, 2013); 33% of the surface is covered with a variety Manila, followed by Athaulf and Haden, with 30 and 16%, respectively.

**Spores, mango, ataulfo.**

**Citación:** NORIEGA-CANTÚ D.H., PEREYDA-HERNÁNDEZ J., GARRIDO-RAMÍREZ E.R. y LEYVA-MAYO, A. Fluctuación de esporas estacional en mango ataulfo, en san Jerónimo, Guerrero México. Foro de Estudios sobre Guerrero. Mayo 2013 Abril 2014, 1-1: 38-44

\* Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: noriega.david@inifap.gob.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

La presencia de enfermedades, causadas por hongos fitopatógenos y su impacto en la producción y calidad del mango ha sido ampliamente estudiada por varios autores (Ploetz, 2003; Guillén-Sánchez et al., 2007; Huerta-Palacios et al., 2009). *Colletotrichum gloeosporoides* (Penz.) Penz. And Sacc., es el agente causal de la antracnosis del mango, causa graves pérdidas económicas en diversos cultivos de regiones tropicales y subtropicales del mundo; se reporta como un patógeno que afecta hojas, inflorescencias y frutos, siendo el daño más importante en poscosecha (Ploetz, 2003). En el Soconusco, Chiapas el daño más fuerte es el atizomamiento de inflorescencias en el cv. Ataulfo, que se presenta durante los meses de noviembre a febrero, después que la época de lluvias termina (Huerta-Palacios et al., 2009). *Cladosporium tenuissimum* Cooke se reporta como agente causal de la necrosis en las flores, pedicelos y frutos pequeños en las panículas inoculadas de mango cv. Haden a lo largo de la costa de los estados de Guerrero y Michoacán, México. Los órganos afectados se cubrieron con un micelio algodonoso gris y una esporulación olivácea verde gris. Después de la identificación las características moleculares representaron a *C. tenuissimum* (Guillén-Sánchez et al., 2007). *Lasiidiplodia theobromae* Pat., es reportado como el patógeno de la pudrición del pedicelo, una de las principales enfermedades de los frutos en postcosecha en México. Así también lo reportan como agente causal de la declinación o muerte descendente de ramas, acompañado de abundante exudación de goma rojiza en tallos y sus ramas, con un bronceado de los tejidos vasculares (Ploetz, 2003). Por todo lo anterior, el objetivo de este trabajo fue estudiar la fluctuación de esporas de los principales patógenos del mango en Guerrero y su relación con variables climáticas asociados al mango cv. Ataulfo.

## Materiales y métodos

El trabajo se realizó por un periodo de 14 meses, durante la etapa previa a la floración hasta la producción de verano y el inicio del siguiente ciclo de floración (de octubre 2011 a diciembre 2012), en un huerto de San Jerónimo, municipio de Benito Juárez, en la Región de la Costa Grande de Guerrero, (18° 15' 38.3" de LN y 99° 28' 53" de LO, a 30 m de altitud), que presenta un clima cálido subhúmedo (Aw1) (García, 1988). En una plantación de ocho años de edad, en mango (*Mangifera indica* L.) cv. Ataulfo, con distancia entre árboles de 7 x 7 m.

Manejo de la huerta. En la huerta se utilizó el siguiente manejo: aplicación en fertirriego de N, P y K, con la fórmula 120-40-80 fraccionado en tres aplicaciones; biofertilizante [*Rhizophagus irregularis* (=Glomus intrarradices) y *Azospirillum brasilense*] 1.3 kg ha<sup>-1</sup>; dolomita (Ca 53 % y Mg 44 %) 980 kg ha<sup>-1</sup>; fertilizante foliar, 2 L ha<sup>-1</sup> de micronutrientos quelatados, con tres aspersiones; manejo periódico de riegos, 6 horas cada tercer día durante noviembre a mayo, por sistema de microaspersión, manteniendo a capacidad de campo el área de goteo del árbol; manejo de plagas y enfermedades con siete aplicaciones de fungicidas e insecticidas químicos.

Intensidad de floración. El porcentaje de la copa cubierta con inflorescencias fue registrada cualitativamente en 10 árboles seleccionados por su tamaño y apariencia uniforme. La emisión de flores inició a finales de noviembre, hasta que todas las flores estaban senescentes, caída de pétalos y sépalos (principios de febrero) e incluso iniciaba el amarre del fruto (tamaño 1-2 cm).

Dispersión de esporas. Durante un período de 14 meses de estudio se examinó la abundancia de esporas en el aire, a nivel de la copa de los árboles, en la huerta experimental, utilizando una trampa volumétrica con un registro de 7 días.

La trampa de esporas se colocó en el centro de la parcela experimental, a 2 m de altura en el primer tercio de la copa del árbol. Las esporas fueron impactadas sobre un tambor cilíndrico, cubierto por una cinta transparente donde fueron depositadas, la cinta fue cortada en secciones de 39.5 mm correspondientes a cada período de 24 horas y montada sobre un portaobjetos. El conteo de esporas fue realizado en tres transeptos a 400x de aumento, calculando el promedio observado por día. Si menos de cinco esporas se observaron, otros tres transeptos se contaron y se calculó el promedio; para reportar la concentración de esporas acumulados en siete días. La trampa fue operada diariamente durante la floración, amarre y crecimiento de los frutos.

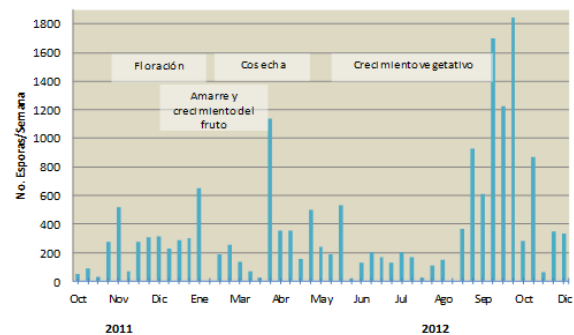
**Datos climatológicos.** Los datos meteorológicos fueron obtenidos usando una estación meteorológica Davis Vantage PRO2, registrando las variables de temperatura, humedad relativa, dirección y velocidad del viento y punto de rocío. Con las variables climatológicas se realizaron los cálculos para estimar el número de horas con humedad relativa igual o mayor a 90, 80, 70 y 60% y horas frío a 20 y 18°C.

**Análisis estadístico.** La correlación entre variables climatológicas y la concentración de esporas fue examinada con la prueba de correlación de Pearson, utilizando el sistema de análisis estadístico SAS ver 9.3.

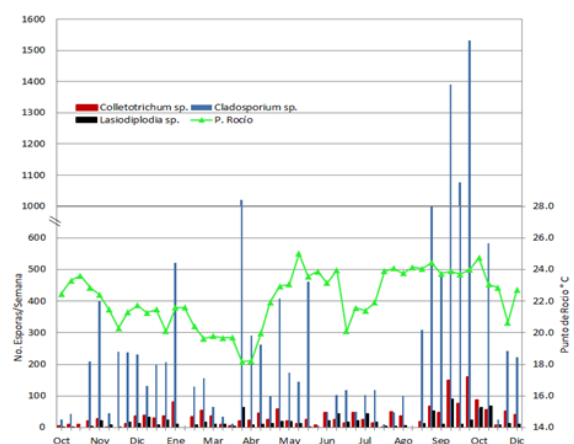
## Resultados

En la plantación se tuvieron seis flujos de floración, inició a finales de noviembre con un 5% de intensidad de floración, alcanzado su mayor incremento en diciembre y enero con 72% y en febrero (23%). El amarre de frutos se inició desde diciembre hasta marzo y la cosecha de la fruta se efectuó en marzo-mayo. La Figura 1 muestra la fluctuación de esporas totales capturadas con la trampa, donde se observa la presencia de esporas durante todo el ciclo, de floración, cosecha y crecimiento vegetativo.

No obstante se muestra una clara variación mensual. En la etapa de floración y crecimiento de frutos, la mayor captura se presentó en la tercera semana de abril con 1,139 esporas, seguida por la tercera y segunda semana de enero y noviembre con 648 y 531 esporas respectivamente. A final de la etapa de crecimiento vegetativo y sobre todo en prefloración, es donde se observa la más alta población con 1,844 esporas durante septiembre y octubre. Las más bajas poblaciones ocurren en mayo, junio, julio y agosto, cuando se presenta el crecimiento vegetativo.



**Figura 1** Captura de esporas durante octubre 2011 a diciembre 2012, en la huerta de mango Ataulfo. San Jerónimo Mpio. Benito Juárez. Gro. Méx.



**Figura 2** Dispersión de esporas de *Colletotrichum* sp., *Cladosporium* sp., y *Lasiodiplodia* sp. y temperatura de punto de rocío (P. Rocío), durante octubre 2011 a diciembre 2012, en la huerta de mango Ataulfo. San Jerónimo Mpio. Benito Juárez. Gro. Méx.

En la Figura 2 se muestra la dispersión de esporas de *Colletotrichum* spp., *Cladosporium* sp. y *Lasiodiplodia* sp.. Las esporas de *Colletotrichum* spp. y *Cladosporium* sp., tienen dispersiones similares durante el ciclo del cultivo, no obstante, *Cladosporium* sp., mostró mayores cantidades de esporas atrapadas. Los picos más altos de esporas de ambos hongos se presentaron en septiembre, octubre, enero, abril y principios de junio; prácticamente desde prefloración, inicio de la floración hasta finales de la cosecha de fruta. En el caso de *Lasiodiplodia* sp., las mayores poblaciones de esporas se presentaron en septiembre, octubre y abril, en prefloración, al final del periodo de amarre de fruta y a mediados del periodo de cosecha. Estas mayores poblaciones de esporas de los tres hongos, corresponde también a las temperaturas más bajas de punto de rocío de 23.7, 23.7, 20.1, 18.2 y 23.1 correspondientes a septiembre, octubre, enero, abril y junio, en donde el vapor de agua existente comienza a condensarse para la formación de rocío o niebla. Condiciones excelentes para la formación y liberación de esporas.

Estas mayores poblaciones de esporas de los tres hongos, corresponde también a las temperaturas más bajas de punto de rocío de 23.7, 23.7, 20.1, 18.2 y 23.1 correspondientes a septiembre, octubre, enero, abril y junio, en donde el vapor de agua existente comienza a condensarse para la formación de rocío o niebla. Condiciones excelentes para la formación y liberación de esporas.

Las mayores poblaciones de esporas fueron del género *Cladosporium* con 1,533 esporas/semana en octubre, lo cual coincidió en el mismo periodo con *Colletotrichum* con 160 esporas/semana. Para *Lasiodiplodia* su mayor concentración se presentó en septiembre con 92 esporas/semana. En estas fechas el estado fenológico del mango es final del periodo de crecimiento vegetativo y en prefloración.

El análisis de correlación fue aplicado, tomando en cuenta la cuantificación de esporas de *Colletotrichum*, *Cladosporium*, *Lasiodiplodia*, esporas totales y los parámetros climatológicos reportados sobre ese mismo periodo de evaluación. El coeficiente de correlación fue significativo en tres variables climatológicas (Cuadro 1). Las variables de clima que mejor explican la fluctuación de esporas fueron la humedad relativa, el punto de rocío y la tasa de lluvia presente durante las semanas de muestreo de las esporas. El parámetro climatológico con alta correlación fue humedad relativa, para el hongo *Colletotrichum* ( $\alpha < 0.011$ ), seguido por *Lasiodiplodia* ( $\alpha < 0.009$ ) y esporas totales ( $\alpha < 0.035$ ). El Punto de rocío fue correlacionado positivamente con *Colletotrichum* ( $\alpha < 0.008$ ) y esporas totales ( $\alpha < 0.059$ ). Las lluvias se presentaron desde mayo a octubre en 2012 y se calculó la tasa de lluvia, la cual se calcula midiendo el intervalo de tiempo entre cada incremento de las precipitaciones, esta variable mostró una correlación positiva con las poblaciones de *Colletotrichum* ( $\alpha < 0.002$ ) y *Lasiodiplodia* ( $\alpha < 0.031$ ).

Tipo de espora	Humedad Relativa	Punto de Rocío	Tasa de Lluvia
<i>Colletotrichum</i> sp.	0.397 <sup>2</sup>	0.408	0.458
	0.011	0.008	0.002
	40	40	40
<i>Cladosporium</i> sp.	0.292	0.264	0.150
	0.066	0.099	0.353
	40	40	40
<i>Lasiodiplodia</i> sp.	0.406	0.280	0.340
	0.009	0.079	0.031
	40	40	40
Esporas Totales	0.333	0.300	0.213
	0.035	0.059	0.186
	40	40	40

**Tabla 1** Coeficiente de correlación, nivel de significancia y número de observaciones con el fin de relacionar el número de esporas y factores meteorológicos, aplicando la prueba de Pearson. Ciclo 2011-12. San Jerónimo Mpio. Benito Juárez. Gro., México.

## Discusión

Los resultados indican que las esporas de los tres géneros de hongos estuvieron presentes durante todo el periodo estudiado. No obstante, *Colletotrichum* spp. y *Cladosporium* sp.

Aparecieron en altas concentraciones durante el periodo de final del crecimiento vegetativo y prefloración (septiembre y octubre), durante la emisión de flores (noviembre a enero), así como en el amarre y crecimiento de frutos (diciembre a abril). En cambio *Lasiodiplodia* sp., su mayor concentración de esporas fue en final del crecimiento vegetativo y prefloración (septiembre a octubre), al final del periodo de amarre y crecimiento de frutos (marzo a abril) y a mediados de la cosecha (abril y mayo).

La antracnosis causada por *C. gloeosporioides* constituye una de las más importantes enfermedades a nivel mundial debido a que afecta tanto órganos vegetativos como reproductivos y ocasiona importantes pérdidas postcosecha al causar pudriciones en los frutos (Ploetz, 2003). En un estudio epidemiológico Huerta et al., 2009 realizaron observaciones similares, con *Colletotrichum gloeosporioides* quienes reportaron que el mayor incremento de la antracnosis se presentó de diciembre a abril, cuando los valores de temperatura mínima de punto de rocío ( $T_{minPR}$ ) fue entre 21 a 24°C, las que propiciaron la condensación de agua sobre hojas, flores y frutos, favoreciendo la infección y dispersión por arrastre de conidios (síntoma de lagrimeo) y salpique. En nuestro estudio se encontró que los valores de temperatura de punto de rocío fueron entre 18.2 y 23.7°C, correspondientes a los meses de septiembre, octubre, enero, abril y junio, en esta fechas el estado fenológico es de prefloración, emisión de flores, amarre de frutos hasta la cosecha.

Recientemente se reportó a *Cladosporium tenuissimum* como patógeno en mango (Guillén-Sánchez et al., 2007), realizaron un estudio en el cv. Haden en el estado de Guerrero y Michoacán, quienes demostraron que *C. tenuissimum* causó necrosis en las flores, pedicelos y frutos pequeños en las panículas inoculadas. Reportando que los órganos afectados se cubren con un micelio algodonoso gris y una esporulación olivácea verde gris.

Los órganos fueron susceptibles desde la floración hasta la fructificación. Anteriormente a este reporte solo se indicaba a *Cladosporium* sp. como un hongo oportunista, endófito y un importante contaminante de ambientes y medios de cultivo (Morales y Rodríguez, 2009). No se encontró reportes sobre la fluctuación de esporas y su relación con el medio ambiente, por lo que este trabajo, encontró una dispersión similar entre *Cladosporium* sp. y *Colletotrichum* sp., sus poblaciones de esporas se incrementan cuando la temperatura de punto de rocío fue entre 18.2 y 23.7°C lo que provoca la saturación de humedad en el aire, formando el rocío y/o neblina sobre la superficie del árbol y se favorece la infección y dispersión de las esporas de ambos hongos, durante la etapa de prefloración, floración hasta la cosecha de la fruta.

La concentración de esporas en la atmosfera, a nivel de la copa de los árboles, son influenciados por los cambios en las condiciones atmosféricas. Bajo condiciones de campo las mayores concentraciones de esporas son dispersadas en un amplio rango de temperatura (16 a 35°C). Una significativa correlación positiva fue encontrada entre la concentración de esporas, humedad relativa y temperatura de punto de rocío. El contenido de esporas en el aire se incrementó, en las etapas de prefloración, floración, amarre de frutos y cosecha, cuando la temperatura ambiente alcanzó el punto de rocío y se propició la condensación de agua sobre los órganos vegetativos y forales del mango, por lo que *Colletotrichum* sp. y *Cladosporium* sp. son hongos dependientes de la temperatura. En un estudio de laboratorio y campo se reporta que el hongo *C. gloeosporioides* tiene un desarrollo óptimo entre los rangos de temperatura de 16 a 24°C (Morales et al., 2009), lo cual puede explicar las diferencias de concentración de esporas entre los períodos estudiados.

Para un eficiente control químico de la antracnosis y atizonamiento del mango es crítico el control preventivo y la eficiencia de aplicación. Los fungicidas deben aplicarse para proteger a los tejidos jóvenes en expansión, hojas, flores o frutos, durante los períodos donde se tengan humedades relativas >75% y temperaturas de punto de rocío de 18.2 a 23.7°C. Son condiciones que fácilmente se alcanzan en un clima subtropical, además, la rápida expansión de los tejidos y el lavado de los fungicidas por la lluvia, hacen que su manejo sea difícil y a menudo es necesario aplicaciones repetidas para su protección. Sin embargo, las aplicaciones de fungicidas mal programadas pueden llevar a un aumento en la severidad de estos daños, debido a la perturbación de los mecanismos de biocontrol natural y al incremento de susceptibilidad del mango.

La producción de fruta de mango de alta calidad, debe seguir un enfoque de Manejo Integrado para alcanzar los máximos rendimientos. Utilizando genotipos tolerantes, combinados con podas de saneamiento y aplicaciones preventivas de fungicidas biológico y químicos, así como riegos bien programados, todo encaminado a reducir los niveles de inóculo y la presión de las enfermedades. La determinación de estas etapas de mayor vulnerabilidad del mango, floración y amarre de frutos, permitirá un ajuste de las aplicaciones de fungicidas, disminuyendo los impactos negativos en los trabajadores de campo, consumidores y el medio ambiente.

### Conclusiones

La dispersión de esporas en la huerta de mango Ataulfo tiene variación mensual, dos importantes incrementos corresponde a la etapa final de crecimiento vegetativo y prefloración. El otro incremento de esporas se presentó en floración, amarre y crecimiento de frutos, traslapado con el periodo de cosecha.

Las esporas de *Colletotrichum* sp., *Cladosporium* sp. y *Lasiodiplodia* sp. tienen una alta concentración en desde septiembre a junio, durante la etapa de final de crecimiento vegetativo, prefloración, floración, hasta cosecha de la fruta.

La concentración de esporas de *Colletotrichum* sp., estuvo correlacionados positivamente y significativamente con punto de rocío, humedad relativa y la tasa de lluvia. Esporas totales fueron correlacionados con humedad relativa y punto de rocío.

### Referencias

- Guillén-Sánchez D., Yañez-Morales Ma. de J., Téliz-Ortíz D., Siebe-Grabach C. Bautista-Baños S. 2007. Morphological and molecular characterization of *Cladosporium tenuissimum* Cooke (Deuteromycotina: Hyphomycetes) on mango tree panicles: symptoms, pathogenicity and severity of the fungus. *Fruits* 62 (6): 361-368.
- Huerta-Palacios G., Holguín-Meléndez F, Benítez-Camilo F.A., Toledo-Arreola J. 2009. Epidemiología de la Antracnosis [*Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. and Sacc.] en Mango (*Mangifera indica* L.) cv. Ataulfo en el Soconusco, Chiapas, México. *Rev. Mexicana de Fitopatología* 27(2): 93-105.
- Morales G. J.L., Rodríguez G. M. del P., Azpíroz R.H.S. y Pedraza S.M.E. 2009. Temperatura base in vitro de *Colletotrichum gloeosporioides* Penz aislado de frutos de aguacate (*Persea americana* Mill.) cv. Hass en Michoacán, México. *Revista Científica UDO Agrícola* 9 (2): 414-420.
- Ploetz, R.C. 2003. Diseases of Mango. pp. 327-363. In: R.C. Ploetz (ed.) *Diseases of Tropical Fruit Crops*. CABI Publishing. Wallingford, UK. 544 pp.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural y Pesca (SAGARPA) 2013. Sistemas de Información Agropecuaria y Pesquera (SIAP). Estadísticas de la producción agrícola en México. México, D.F. Internet. <http://www.sagarpa.gob.mx>.