

Desarrollo de *Podosphaera xanthii* (Castagne) U. Braun & Shishkoff en el cultivo de calabaza (*Cucurbita pepo* L.) en Tehuacán, México



Development of *Podosphaera xanthii* (Castagne) U. Braun & Shishkoff in pumpkin crop (*Cucurbita pepo* L.) in Tehuacán, Mexico

<https://eqrcode.co/a/xJAHtr>

✉ Jorge Francisco León de la Rocha^{1*}, ✉ Pedro Pérez-Olvera¹,
✉ Cosme Bojórquez-Ramos², ✉ Arturo Olivar Hernández¹, ✉ Juan Antonio Juárez Cortes¹,
✉ Ricardo G. López-España³, ✉ Ileana Miranda-Cabrera⁴, ✉ Yusimiy Reyes-Duque⁵

¹Universidad Tecnológica de Tehuacán (UTT), Tehuacán, Puebla, México

²Universidad Autónoma de Occidente (UAdeO). Blvd. Macario Gaxiola y Carretera internacional, México 15, 81223 Los Mochis, Sinaloa., México.

³Universidad Tecnológica de Culiacán (UTC). Carretera Culiacán-Imala km 2., C.P. 80014, Culiacán, Rosales, Sinaloa, México.

⁴Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA), San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba

⁵Dpto. Biología y Sanidad Vegetal, Universidad Agraria de La Habana (UNAH), San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.

RESUMEN: El trabajo tuvo como objetivo evaluar el desarrollo de *Podosphaera xanthii* (Castagne) U. Braun & Shishkoff en el cultivo de calabaza (*Cucurbita pepo* L.) durante los años 2018-2019. El cultivo (material híbrido de calabaza, Grey Zucchini) se estableció en una superficie de 1 500 m², donde se seleccionaron al azar 25 plantas y se etiquetaron tres hojas por planta, en las cuales se evaluaron, semanalmente, la incidencia y la severidad, mediante escala de grados. Se registraron las variables meteorológicas. Los resultados señalan que *P. xanthii* en la siembra, en el periodo de febrero a abril, se presenta a los 14 días posteriores al trasplante; mientras que, en la fecha de mayo a julio, se presenta a los siete días; este momento coincide con el periodo lluvioso, condiciones que favorecen indirectamente el incremento de la humedad relativa (23-63 %) y el progreso de la enfermedad. El desarrollo de esta fue similar en ambos años (2018-2019), pero no así entre las dos fechas de siembra, pues se adelantó en siete días la aparición de los primeros síntomas y con una severidad de 0-9 %, en el segundo momento de la siembra (mayo-julio). La comparación de componentes principales demostró una relación de la temperatura con la incidencia y la severidad del patógeno, pero no con las precipitaciones, ya que este factor no condiciona la aparición de la enfermedad. Como un resultado importante para la región de Tehuacán, se sugiere el mes de febrero como la fecha más adecuada para la siembra del cultivo, con bajas incidencia y severidad de la enfermedad.

Palabras clave: mildiu polvoriento, incidencia, severidad, enfermedad.

ABSTRACT: The aim of the work was to evaluate the development of *Podosphaera xanthii* (Castagne) U. Braun & Shishkoff in pumpkin crop during the years 2018 - 2019. The crop (*Cucurbita pepo* L.) (hybrid pumpkin material, Gray Zucchini) was established on a surface of 1 500 m² where 25 plants were randomly selected, and three leaves per plant were labeled, in which incidence and severity were evaluated weekly using a degree scale. Weather variables were recorded. These results indicate that *P. xanthii* is present at 14 days after transplantation in the sowing from February to April; while from May to July, it is present after seven days, coinciding with the rainy season, conditions that indirectly favor the increase of relative humidity (23-63 %), causing the progress of the disease. The development of the disease was similar in both years (2018-2019), but not between the two sowing dates, with the first symptoms appearing seven days earlier, and with a severity of 0-9 %, at the second sowing time (May-July). The comparison of major components showed a relationship of temperature with the incidence and severity of the pathogen, but not with rainfall, since this factor does not condition the emergence of the disease. As an important result for Tehuacán region, it is suggested the month of February as the most appropriate date for planting the crop, with a low incidence and severity of the disease.

Key words: powdery mildew, incidence, severity, disease.

*Autor para correspondencia: Jorge Francisco León de la Rocha. E-mail: jfrleon@gmail.com
jorge.leon@uttehuacan.edu.mx

Recibido: 21/04/2020

Aceptado: 17/10/2020

INTRODUCCIÓN

La calabaza (*Cucurbita pepo* L.) es una de las hortalizas con mayor demanda en el mundo, con una producción mundial de 74 975,62 millones de toneladas y un rendimiento promedio de 3,44 kg por metro² (1). A nivel mundial, India, Rusia e Irán ocupan los primeros lugares en la producción de esta hortaliza (2). La producción de calabaza coloca a México en el sexto lugar a nivel mundial y su producción se destina, principalmente, a los mercados internacionales de Japón, Canadá y Estados Unidos. Por ello, en los últimos años, la producción va en aumento y, actualmente, se cultivan más de 18 mil hectáreas y con un rendimiento de 550 409,74 toneladas anuales, donde se destacan los estados de Sonora, seguido de Puebla, Sinaloa, Tlaxcala, Hidalgo y Morelos (3). Esta hortaliza tiene como principal limitante para su producción la incidencia de diferentes plagas. Las enfermedades foliares de origen fungoso son de importancia y el mildiu polvoriento está entre las principales (4), con pérdidas económicas considerables entre 50 y 100 % (5,6,7).

Como único agente causal de esta enfermedad se identificó a *Podosphaera xanthii* (Castagne) U. Braun & Shishkoff en algunas regiones de México (8,9). Las plantas afectadas por este patógeno manifiestan, como principales síntomas, manchas blancas polvorrientas de forma circular o irregular, que se presentan tanto en la superficie adaxial como abaxial de las hojas; también en peciolo y tallos. Estas manchas se corresponden con los signos de la enfermedad, que son las formas vegetativas y reproductivas del patógeno, es decir, micelios, conidióforos y conidios del estado asexual (*Oidium*) y puede presentarse en ambas superficies. Otro síntoma característico es la presencia de zonas cloróticas asociadas a los signos en la superficie adaxial de la hoja que evolucionan a zonas necróticas con el progreso de la enfermedad (6,7,9,10,11).

Las temperaturas óptimas para el desarrollo del patógeno oscilan entre 20 y 27°C, aunque la infección puede ocurrir entre 10 y 32°C; así mismo, la humedad relativa óptima para la germinación de los conidios es de 100 % y, mientras esta descende, también baja la tasa de germinación (5,7,9,12,13). González *et al.* (6)

refirieron que los conidios de *Oidium* pueden germinar a valores inferiores a 20 % de humedad relativa e incluso en ausencia de agua.

Las fechas de siembra de los cultivos influyen sobre el comportamiento de los patógenos, ya sea aumentando o disminuyendo los porcentajes de incidencia y severidad de la enfermedad. En este sentido, Chew *et al.* (14) refirieron, al evaluar enfermedades del melón (*Cucumis melo* L.) en diferentes fechas de siembra, que la cenicilla fue la segunda enfermedad con mayor porcentaje de incidencia y severidad, y resulta más agresiva en fechas de siembras intermedias y tardías. El comportamiento de una enfermedad varía de un año a otro, tal como señalan Lago *et al.* (15), quienes al evaluar enfermedades foliares en soya (*Glycine max* L.) observaron la prevalencia de la Mancha Marrón (*Septoria glycines* Hemmi), contrariamente a lo ocurrido en años anteriores. Evaluar el comportamiento de enfermedades, en diferentes épocas de siembra, permite a los productores disminuir los problemas fitosanitarios en campo y trazar estrategias oportunas para su manejo.

En Tehuacán, México, no hay antecedentes sobre la evaluación del comportamiento en campo de *P. xanthii*, por ello el presente estudio tuvo como objetivo evaluar el desarrollo de *P. xanthii* en el cultivo de calabaza durante los años 2018 y 2019.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en el campo experimental de la Universidad Tecnológica de Tehuacán, ubicada en la localidad San Pablo Tepetzingo (N 18° 25' 32"; O 97° 20' 24"), a 1409 msnm.

Se estableció el cultivo de calabaza, material híbrido (Grey Zucchini), con plántulas obtenidas en invernadero, para lo cual se sembraron las semillas sin tratamientos previos, en charolas de 200 cavidades en sustrato estéril. El trasplante en el campo se realizó 15 días posteriores a la germinación, con plántulas sin síntomas de mildiu polvoriento, en una superficie de 1500 m², sobre un suelo Leptosol Endoleptico, a razón de tres plantas por metro lineal, en camas de acolchado y pasillos de 1 m de ancho. Se utilizó riego por goteo (a razón de 1,24 L.planta⁻¹), a

intervalos de dos días, con una duración de 15 minutos; para el periodo de floración y en fructificación, se incrementó a 30 minutos, con fertilización de fondo en el momento del trasplante y aplicaciones semanales, con el riego, según la norma definida para calabaza (16,17). No se aplicaron fungicidas durante el ciclo del cultivo. Se evaluaron dos fechas de siembra (febrero y mayo) en los años 2018 y 2019. Para evaluar la enfermedad se utilizaron 25 plantas seleccionadas al azar, previo a la aparición de los síntomas, y se etiquetaron tres hojas de acuerdo al desarrollo de la planta, las que se fueron cambiando una vez que llegaron a la senescencia. El desarrollo de la enfermedad, por planta, se determinó mediante la evaluación de las variables de incidencia y severidad.

Incidencia de la enfermedad

Para esta evaluación y la severidad se realizaron muestreos semanales, de forma conjunta; como primera evaluación se tomó el día del trasplante. El cálculo se realizó mediante la siguiente fórmula:

$$I = \frac{\text{Número de planta enfermas}}{\text{Total de plantas}} \times 100$$

La severidad de la enfermedad: se aplicó la siguiente escala de 7 grados (18):

- 0= Sin síntomas,
- 1=1 - 2,5 %,
- 2=2,6 - 5 %,
- 3=6 - 10 %,
- 4=11 - 25 %,
- 5=26 - 50 %,
- 6=51 - 75 % y
- 7=76 - 100 % de la superficie dañada de la hoja.

Para el cálculo del porcentaje de Severidad (S) se aplicó la siguiente fórmula McKinney (19).

$$S = \frac{\sum(a*b)}{(N*K)} * 100$$

Donde: a= grado de la escala; b= número de plantas por cada grado de la escala; N= número total de plantas evaluadas y K= mayor grado de la escala.

Se registraron la temperatura y la humedad relativa medias promediadas de muestreo a muestreo. Para las precipitaciones, se tomó el valor acumulado de muestreo a muestreo. Las variables meteorológicas para el estudio se tomaron de la Estación Vantage PRO2, en la Universidad Tecnológica de Tehuacán, ubicada a 200 metros del área experimental.

Los índices de infección y severidad de la enfermedad se graficaron, con relación a las variables meteorológicas para cada muestreo, y se registró el comportamiento de estas variables hasta el final de ciclo del cultivo.

Se aplicó un Análisis de Componentes Principales para describir estadísticamente la relación entre las variables de incidencia y severidad del patógeno y las variables meteorológicas, basado en la matriz de correlación de Pearson. El criterio de selección de autovectores que se siguió fue el de los valores más próximos al mayor valor y la contribución en porcentaje de cada eje a la variabilidad total. Se construyó, para una mejor interpretación, un gráfico Biplot, mediante el programa InfoStat versión 2016 (20).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el periodo de febrero a abril, en ambos años (2018 y 2019), la enfermedad se detectó a los 14 días posteriores al trasplante, con una incidencia próxima al 20 % y una severidad que no supera el 3 %. (Fig. 1. A-B)

En el año 2018, la severidad presentó un incremento gradual (Fig. 1. A), el que aumentó pasados los 21 días y se aceleró posterior a los 28 días. Este incremento coincide con el periodo de cosecha, donde se alcanzaron los valores de 100 % de incidencia desde los 35 días y severidad pasados los 42 días; el cultivo mantiene su ciclo productivo hasta los 70 días. En igual periodo en 2019 (Fig. 1. B), tuvo comportamiento similar, aunque el desarrollo de la enfermedad fue más acelerado desde los 14 días hasta el final del ciclo. A los 28 días se alcanzó el 100 % de incidencia y a los 63 días el 100 % de la severidad. El rango de temperaturas medias (18-23°C) y humedad relativa (47-63 %) del periodo de la evaluación favorece la aparición y el desarrollo del patógeno. Este incremento de la

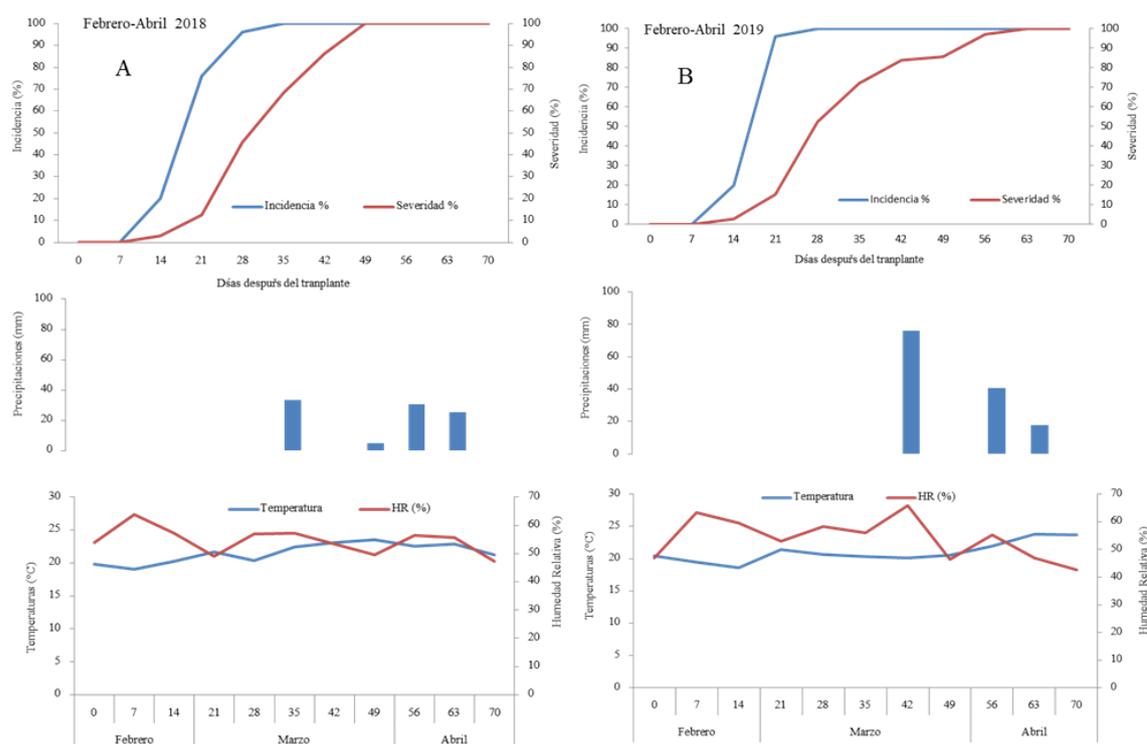


Figura 1. Dinámica de la incidencia y severidad de *Podosphaera xanthii* (Castagne) U. Braun & Shishkoff en híbrido de calabaza (Grey Zucchini) en Tehuacán, México. A: febrero-abril 2018 y B: febrero-abril 2019/ *Dynamics of the incidence and severity of Podosphaera xanthii* (Castagne) U. Braun & Shishkoff in pumpkin hybrid in Tehuacán, Mexico. A: February-April 2018 and B: February-April 2019

severidad a mediados del ciclo tiene relación con las condiciones de temperatura y humedad relativa que favorecen el progreso de la enfermedad, en ambos años de evaluación.

Otro factor que podría influenciar en el comportamiento de la enfermedad en la región de Tehuacán, donde prevalece un clima cálido y seco, con precipitaciones promedio de 300 mm por año, es la acción del viento. Este es un factor que favorece la diseminación del patógeno, ya que desprende fácilmente los conidios y se incrementa la incidencia de la enfermedad (7).

En el periodo de mayo a julio de los dos años (2018 y 2019) (Fig. 2 A-B), la enfermedad se presentó a los siete días posteriores al trasplante, una semana antes que en la fecha de siembra anterior (febrero-abril), con una incidencia y severidad inferiores, la cual no supera al 10 %, aunque en ambos momentos la enfermedad tiene un progreso explosivo. Esto, probablemente, se deba a que los factores meteorológicos concurrentes al momento de la aparición de la

enfermedad, se presentan similares a los registrados en el periodo anterior (febrero-abril), de los siete a los 21 días, donde es la temperatura el factor que mayor variación tiene ($\pm 4^{\circ}\text{C}$); alcanza el 100 % de incidencia entre los 21 y 28 días y la severidad a los 42 días después del trasplante, 14 días antes que en la fecha anterior (febrero-abril).

La aparición del estado sexual del patógeno se observó en ambos años, en la segunda fecha de siembra, coincidiendo con la senescencia del cultivo. Periodo que estuvo relacionado con temperaturas que variaron de $22\text{-}23^{\circ}\text{C}$, humedad relativa superior a 61 % y ausencia de precipitaciones; a diferencia del periodo de siembra de anterior donde se registraron ligeros acumulados de lluvia (22-29 mm) del día 49 al 63, lo cual también podría estar relacionado con un lavado de los conidios en las hojas. En este sentido, Aharan y Mehtan, consultados por Jaimes (21), refieren que la precipitación prolongada puede tener un efecto negativo sobre

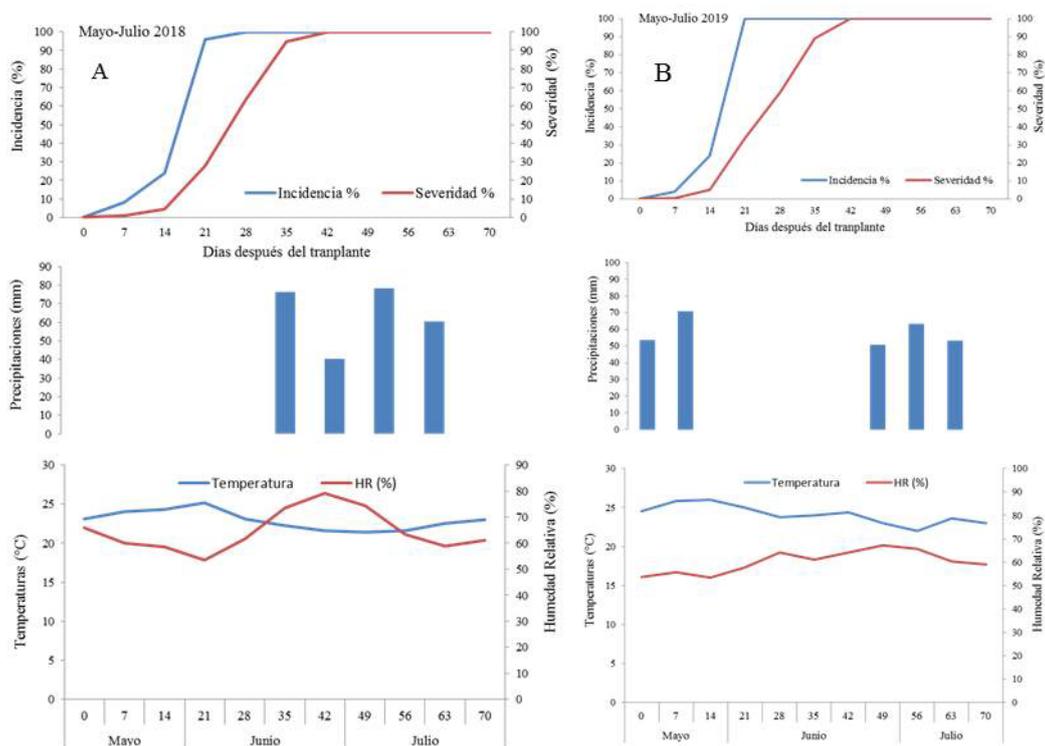


Figura 2. Dinámica de incidencia y severidad de *P. xanthii* en calabaza en Tehuacán, México. A: mayo-julio 2018 y B: mayo-julio 2019/ *Dynamics of the incidence and severity of P. xanthii pumpkin in Tehuacán, Mexico. A: May-July 2018 and B: May-July 2019.*

la severidad e incidencia de los patógenos foliares, en el caso de la cenicilla porque inhibe la germinación de los conidios.

En cuanto a la aparición del anamorfo, Bojórquez *et al.* (9) refirieron que la presencia de los cuerpos fructíferos del estado sexual de la enfermedad se relaciona con una mayor incidencia y severidad del mildiu polvoriento al final del ciclo del cultivo. Igualmente, Gastélum *et al.* (6) y Trecate *et al.* (22) señalaron que con temperaturas que oscilan sobre los 22 - 23°C y humedad relativa alta, se favorece el desarrollo del mildiu polvoriento, estimulando una mayor esporulación y el desarrollo de los casmotecios; esto ocurre, generalmente, al final del ciclo del cultivo.

En el periodo de mayo a julio de 2019 (Figura 2 B), durante los tres meses de evaluación, en la segunda fecha de siembra, la temperatura osciló entre 21-26°C y la humedad relativa de 53 a más de 70 %; condiciones que favorecieron altos niveles de infección del patógeno en poco tiempo, lo cual condujo a un progreso más ascendente que en el periodo anterior, que no

superan los 23°C y 54 %. En este año, a diferencia de 2018, se pudo observar la fase sexual del patógeno (casmotecios) en hojas, peciolo y tallos, en elevada proporción, estado sexual que no se encuentra con facilidad (9,23,24).

Los resultados de esta investigación, en cuanto a las variaciones de temperatura y humedad relativa y su influencia en la aparición de la enfermedad, son similares a lo notificado por Guillen-Sánchez *et al.* (25), quienes refirieron que los porcentajes más altos de severidad de la cenicilla del mango (*Oidium mangiferae* Berthet) coincidieron con periodos de temperatura que oscilaron sobre los 20°C y humedad relativa de 22-60 %. Domínguez-Serrano *et al.* (18), señalaron que para favorecer el desarrollo natural de la cenicilla del rosal (*Sphaerotheca pannosa* Wallr) bajo invernadero, incrementaron las temperaturas de 25-33°C durante el día y la humedad relativa de 70-90 % por la noche. Leus (26) mencionó que la germinación óptima de los conidios de (*S. pannosa*) ocurrió con temperatura de 21 a 23°C y con 100 % de humedad relativa y

que, a temperaturas cerca de los 30°C, los conidios inhiben su germinación, probablemente porque sufren deshidratación.

El periodo de incubación de las cenicillas causadas por *P. xanthii* varía con relación a las condiciones de temperatura y humedad relativa, a temperaturas que oscilan sobre los 23 ± 2°C, aparecen a los siete días según Domínguez-Serrano *et al.* (18). Este comportamiento también podría variar en dependencia de la especie de planta. Otros autores comprobaron que, al realizar pruebas de patogenicidad con el agente causal del mildiu en cultivos de cucurbitáceas, la aparición de los síntomas es más rápida al usar temperaturas constantes de 20°C y humedad de 80 % (27,28). Nayak y Babu (29) plantearon que al incrementar las temperaturas entre los 25 y 28°C y humedad relativa por encima del 80 %, para pruebas de patogenicidad de *P. xanthii* en calabaza, la aparición de los síntomas ocurrió entre 5-7 días posteriores a la inoculación. Según lo referido en la literatura y los resultados obtenidos en la investigación, la humedad relativa superior al 50 % y la temperatura entre los 20-25°C favorecen la aparición y evolución de esta enfermedad.

Existe relación entre la incidencia y severidad de *P. xanthii* con las variables meteorológicas. Se obtuvo un valor de correlación cofenética de más de 0,97 en todos los años de evaluación; lo cual representa que existe una alta fiabilidad en los análisis. En todos los periodos con dos

componentes, se logró explicar más del 87 % de estas relaciones. En ambos años, en el periodo febrero-abril, la incidencia y la severidad estuvieron relacionadas de manera directa con las temperaturas y de manera inversa con la humedad relativa, lo cual demuestra que el patógeno estuvo favorecido por temperatura ligeramente alta y humedad relativa baja (Tabla 1), lo cual quiere decir que la enfermedad puede presentarse sin que la humedad relativa o la precipitación estén correlacionadas, tal como se observó en los meses de febrero-abril de ambos años. Asimismo, Chaves-Barrantes y Gutiérrez-Soto (30) indican que el aumento en la temperatura puede ser una causa de la aparición de diferentes enfermedades en los cultivos. Por consiguiente, los factores meteorológicos de temperatura y humedad relativa pueden influir en mayor o menor grado, en dependencia del tipo de patógeno del que se trate.

Por otra parte, en el periodo mayo-agosto ocurrió lo contrario, la incidencia y severidad del patógeno estuvieron relacionadas en sentido directo con la humedad relativa e inverso con la temperatura; es decir, un incremento en la humedad combinado con bajas temperaturas favoreció al patógeno. En este periodo de siembra podría existir esta relación inversa con la temperatura porque estas oscilan de 21-26°C, similares a las del primer momento que benefician el desarrollo de la enfermedad. En este aspecto, varios autores corroboraron que

Tabla 1. Relación de la incidencia y la severidad de *P. xanthii* en calabaza con las variables meteorológicas a campo abierto en cuatro ciclos del cultivo en Tehuacán, México./ *Relationship of the incidence and severity of P. xanthii in pumpkin with open field weather variables in four crop cycles in Tehuacán, Mexico*

Variable	Periodo de Evaluación							
	febrero-abril 2018		mayo-julio 2018		febrero-abril 2019		mayo-julio 2019	
	CP1	CP2	CP1	CP2	CP1	CP2	CP1	CP2
Incidencia (%)	0,94	-0,04	-0,88	-0,22	0,92	0,26	-0,88	0,04
Severidad (%)	0,91	-0,01	-0,96	-0,21	0,81	0,44	-0,91	-0,33
Temperatura máxima	0,94	0,01	0,96	0,14	0,94	-0,18	0,94	-0,09
Temperatura mínima	0,94	0,01	0,95	0,16	0,94	-0,18	0,91	-0,03
Humedad Relativa	-0,49	0,81	-0,88	0,22	-0,66	0,67	-0,94	0,06
Precipitación acumulada	0,56	0,76	-0,70	0,67	0,21	0,92	-0,09	0,99
Varianza Explicada	0,67	0,20	0,80	0,11	0,63	0,27	0,71	0,18
Varianza Acumulada	0,67	0,87	0,80	0,91	0,63	0,90	0,71	0,89
Correlación cofenética	0,982		0,982		0,988		0,976	

temperaturas sobre los 20-23°C favorecen la aparición y el progreso de la enfermedad (25,27,28,30,31). El resultado corrobora que la enfermedad se desarrolla con temperaturas que varían de 19-26°C, según registro de temperaturas mínimas y máximas en ambos periodos; sin embargo, se consideran óptimas de 20-23°C, con una humedad relativa de 50-60 %, aunque puede variar 40 -75 %.

La relación entre las variables puede observarse en las Figuras 3 (A-B) y 4(A-B); además de la relación directa de la severidad e incidencia con las temperaturas en el periodo febrero-abril e inversa en el periodo mayo -julio.

En el periodo de evaluación de los dos años (2018-2019), se puede observar que el patógeno siempre estuvo presente, e incluso el comportamiento fue similar en las diferentes fechas de siembra establecidas por año. El patógeno incrementa su crecimiento en presencia de humedad relativas bajas; sin embargo, no es un factor que condiciona su aparición en campo según lo observado, ya que se alcanzan acumulados superiores a 70 % (mayo-julio/2018) y la enfermedad mantiene un incremento ascendente en el tiempo. Lo antes mencionado sobre el comportamiento del mildiu polvoriento

durante los dos años evaluados coincide con Gastélum *et al.* (6), pues señalan que las cenicillas invariablemente se presentan en todos los ciclos agrícolas, y su incidencia y severidad varían con las condiciones ambientales prevalentes. Asimismo, Dorneles *et al.* (32) notifican que al evaluar a *P. xanthii* en calabaza de botella (*Lagenaria siceraria* (Molina) S.) durante primavera y el verano de 2016-2017, el patógeno se presentó en las dos estaciones del año durante los dos ciclos de evaluación.

Los resultados sobre el desarrollo, en campo, de *P. xanthii* en áreas de la Universidad Tecnológica de Tehuacán en calabaza (material híbrido, Grey Zucchini) podrían resultar de referencia para la Localidad de San Pablo Tepetzingo. Se cuenta con los resultados de dos años continuos del comportamiento de la enfermedad, donde se puede considerar el periodo de siembra de febrero-abril como el más favorable para la siembra del cultivo. En este ciclo se presenta 14 días posteriores al trasplante con un progreso bajo de la incidencia y severidad, respecto a la segunda fecha y se alcanza 100 % de severidad pasado los 49 días. En este periodo la temperatura y humedad relativa medias que favorecen la aparición y

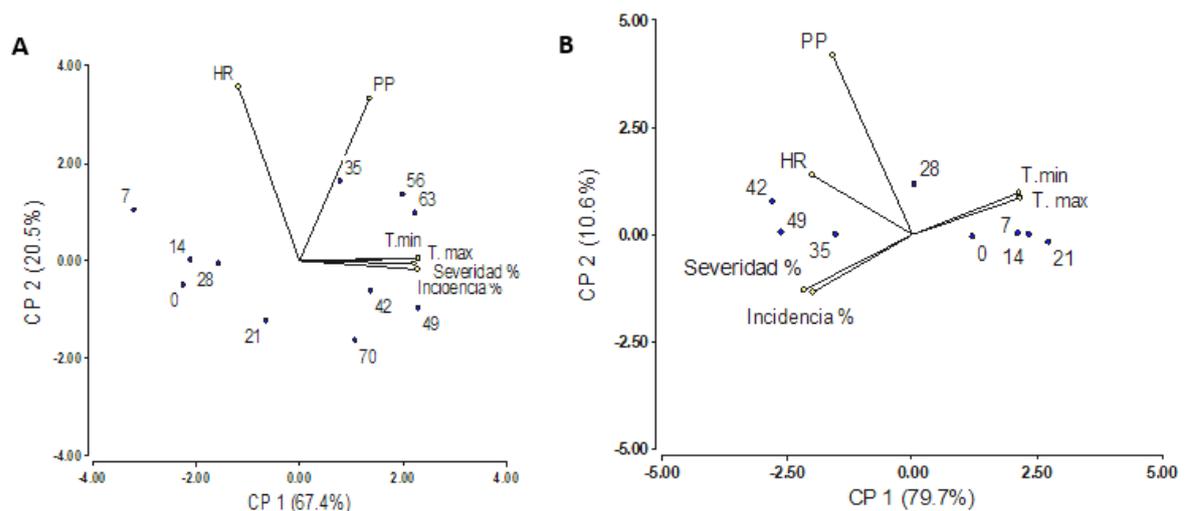


Figura 3. Relación de la incidencia y severidad de *P. xanthii* en calabaza con las variables meteorológicas en 2018 en Tehuacán, México. A: enero -abril, B: mayo -julio. Donde: Tmax: Temperatura máxima, Tmin: Temperatura mínima, HR: Humedad relativa, PP: Precipitaciones acumuladas. *Relationship of the incidence and severity of *P. xanthii* in pumpkin with weather variables in 2018 in Tehuacán, Mexico. A: January-April, B: May-July. Where: Tmax: Maximum temperature, Tmin: Minimum temperature, HR: Relative humidity, PP: Accumulated rainfall.*

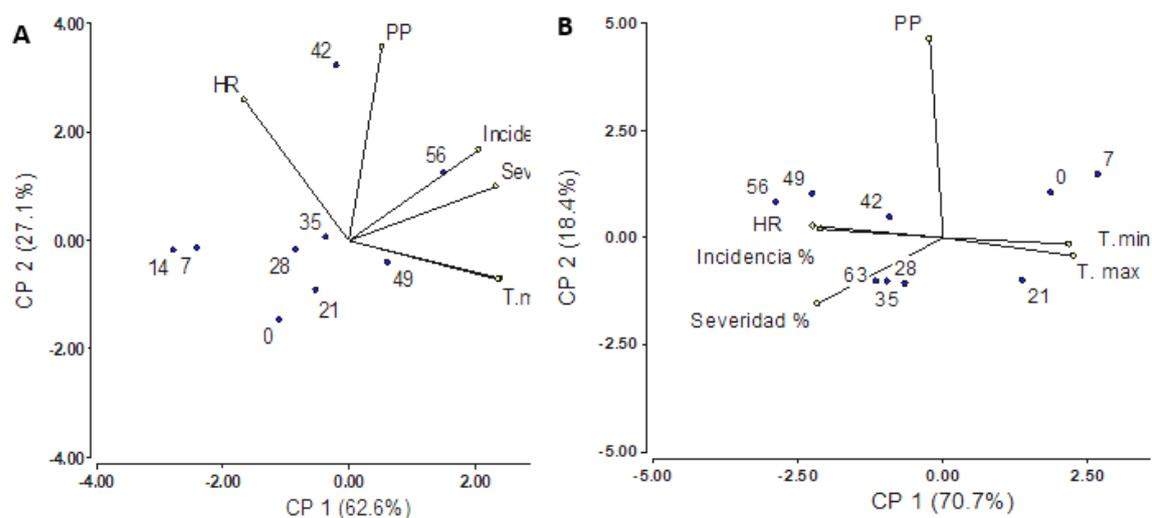


Figura 4. Relación de la incidencia y severidad de *P. xanthii* en calabaza con las variables meteorológicas en 2019 en Tehuacán, México. A: enero -abril, B: mayo -julio. Donde: Tmax: Temperatura máxima, Tmin: Temperatura mínima, HR: Humedad relativa, PP: Precipitaciones acumuladas. *Relationship of the incidence and severity of P. xanthii in pumpkin with weather variables in 2019 in Tehuacán, Mexico. A: January -April, B: May -July. Where: Tmax: Maximum temperature, Tmin: Minimum temperature, HR: Relative humidity, PP: Accumulated rainfall.*

progreso de la enfermedad oscilan sobre los 20°C para su aparición y para el progreso se incrementan hasta los 23°C en ambos años. La humedad relativa varía de 57-59 %, con una media durante el ciclo de 52-53 %. Sobre la base del resultado, se recomienda este periodo como el más aconsejable para la siembra de este vegetal, al considerar el inicio del manejo de la enfermedad a los 14 días con los primeros signos de la cenicilla.

REFERENCIAS

1. FAO. 2017. Base de Datos de Estadísticas de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO): Producción y rendimientos de cucurbitáceas. [en línea] 2017 septiembre 28 [Fecha de acceso 17 de diciembre de 2019]. URL disponible en: <http://www.fao.org>.
2. SAGARPA. 2018. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. [en línea] 2018 octubre 24 [Fecha de acceso 17 de diciembre de 2019]. URL disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx>.
3. SIAP. 2019. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Producción agrícola por cultivo. [en línea] 2019 diciembre 17 [Fecha de acceso 17 de diciembre de 2019]. URL disponible en: <http://www.siap.gob.mx/>.
4. Cebreros SF, Sánchez CMA, Acosta MI. Supervivencia de Erysiphe cichoracearum de Candolle causante de la cenicilla de las cucurbitáceas en el Valle de Culiacán. Memorias del XVIII Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología. Puebla, Puebla, México. 1991. 120 p.
5. González MN, Martínez CB, Infante MD. Mildiu polvoriento en las cucurbitáceas. Rev. Protección Veg. 2010, 25(1): 44-50.
6. Gastélum RF, Maldonado MIE, Beltrán PH, Apodaca SMA, Espinoza MS, Martínez VMC, et al. Powdery mildews in agricultural crops of Sinaloa: Current status on their identification and future research lines. Revista Mexicana de Fitopatología. 2017, 35:106-129.
7. Hong YJ, Hossain MR, Hoy-Taek K, Jong-In Pand, Ill-Sup N. Identification of Two New Races of Podosphaera xanthii Causing Powdery Mildew in Melon in South Korea. Plant Pathol. J. 2018, 34(3): 182-190.

8. Braun U, Cook RTA. Taxonomy manual of the Erysiphales (Powdery mildews). CBS. Biodiversity Series No.11. 2012, pp. 1-707.
9. Bojórquez-Ramos C, León FJ, Allende MR, Muy RMD, Carrillo FJA, Valdez TJB, et al. Characterization of powdery mildew in cucumber plants under greenhouse conditions in the Culiacan Valley, Sinaloa, Mexico. African Journal of Agricultural Research. 2012, 7(21):3237-3248.
10. Tang L, Fan C, Kou J, Li W, Pan K. Primer informe de moho polvoriento causado por *Podosphaera xanthii* en *Solena amplexicaulis* en China. Rev. Plant Disease. 2019; 103(10): 2671-2671.
11. Cho SE, Zhao TT, Choi IYY, Choi J, Shin HD. Primer informe de moho polvoriento causado por *Podosphaera xanthii* sobre Ramie en Corea. The American Phytopathological Society. 2016, 100 (7):1943-7692.
12. Kasiamdari RS, Riefani MK, Daryono BS. The occurrence and identification of powdery mildew on melon in Java, Indonesia. In: AIP conference proceedings. 2016, 1744(1):020051-020058.
13. Álvarez B. Epidemiología de *Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht. ex Fr.) Poll. en melón. [Tesis Doctoral]. Universidad de Málaga, Málaga, España. 1993.
14. Chew MI, Vega PA, Palomo RM, Jiménez DF. Enfermedades del melón (*Cucumis melo* L.) en diferentes fechas de siembra en la región lagunera. México. Rev. Chapingo Serie Zonas Áridas. 2008, 7(2): 133-138.
15. Lago ME, Magnano L, Algido CE, Mansilla C, Menegazzo M, Biscayart J, et al. 2016. Comportamiento de cultivares de soja frente a enfermedades foliares. 2016. Oliveros, campaña 2014/2015. INTA EEA. [en línea] 2016 septiembre 24 [Fecha de acceso 17 de diciembre de 2019]. URL disponible en: <https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta-23.comportamiento-cultivares-soja-frente-a-enfermedades-foliares.pdf>
16. Steiner AA. La composición de las soluciones nutritivas. Horticultura, 1988, 41: 97-103.
17. INIFAP. 2019. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Carta tecnológica para el cultivo de calabacita. [en línea] 2019 diciembre 17 [Fecha de acceso 17 de diciembre de 2019]. URL disponible en: <https://aprenderly.com/doc/1531481/carta-tecnologica-para-el-cultivo-de-calabacita---inifap?page=1>
18. Domínguez-Serrano D, García-Velasco R, Mora-Herrera ME, Salgado-Siclan ML. Identificación y alternativas de manejo de la cenicilla del rosal. Revista Mexicana de Fitopatología. 2016, 34: 22-42.
19. McKinney HH. Influence of soil, temperature and moisture on infection of wheat seedlings by *Helminthosporium sativum*. J. Agric. Research. 1923; 26: 195-217.
20. Di Rienzo JA, Casanoves F, Balzarini MG, Gonzalez L, Tablada M, Robledo C. InfoStat versión 2016. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>.
21. Jaimes SY, Rojas MR. Enfermedades foliares del caucho (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) establecido en un campo clonal ubicado en el Magdalena Medio Santandereano (Colombia). Corpoica Cienc. Tecnol. Agropecu. 2011,12(1):65-76.
22. Trecate L, Sedlakova B, Mieslerova B, Manstretta V, Rossi V, Lebeda A. Effect of temperature on infection and development of powdery mildew on cucumber. Plant Pathology. 2019; Doi: 10.1111/ppa.13038.
23. Xu X, Liu X, Tan M, Qi X, Xu Q, Chen X. First Report of Powdery Mildew Caused by *Podosphaera xanthii* on *Cucumis dipsaceus* in China. Rev. Plant Disease. 2019, 104(4); Doi: 10.1094/PDIS-08-19-1577-PDN.
24. Vasantrao TS, Basavaraj AK, Moisés Camacho TM, Tovar PJM. First report of *Podosphaera xanthii* causing powdery mildew on *Xanthium strumarium* in India. Journal of Plant Pathology.2018, 100:129.
25. Guillen-Sánchez D, Téliz-Ortiz D, Mora-Aguilera A, Nieto-Angel D, Cárdenas-Soriano E, Siebe-Grabach C, et al. La severidad de la cenicilla (*Oidium mangiferae* Berthet) del mango (*Mangifera indica* L.) y su relación con las emisiones de ceniza de una central termoeléctrica. Revista Mexicana de Fitopatología. 2004, 22(1):90-99.

26. Leus L. Resistance breeding for powdery mildew (*Podosphaera pannosa*) and black spot (*Diplocarpon rosae*) in roses. [Tesis Doctoral]. Ghent University. Ghent, Belgium. 2005.
27. Cui H, Wu C, Zhu Q, Fan C, Gao P. First Report of Powdery Mildew Caused by *Podosphaera xanthii* on *Lagenaria siceraria* in China. *Rev. Plant Disease*. 2019, 102(11); Doi/10.1094/PDIS-12-17-1993-PDN.
28. Rennberger G, Kousik CS, Keinath AP. First Report of Powdery Mildew on *Cucumis zambianus*, *Cucurbita digitata*, and *Melothria scabra* caused by *Podosphaera xanthii* in the United States. *Rev. Plant Disease*. 2017; 102(1) Doi/10.1094/PDIS-06-17-0916-PDN.
29. Nayak AK, Babu BK. First report of powdery mildew on *Lagenaria siceraria* caused by *Podosphaera xanthii* in India. *Journal of Plant Pathology*. 2017, 99 (1): 287-304.
30. Chaves-Barrantes NF, Gutiérrez-Soto MV. Respuestas al estrés por calor en los cultivos. II. Tolerancia y tratamiento agronómico. *Rev. Agron. Mesoam*. 2017, 28(1):255-271.
31. Jamar L, Lefrancq B, Fassotte C, Lateur M. A during-infection spray strategy using sulphur compounds, copper, silicon and a new formulation of potassium bicarbonate for primary scab control in organic apple production. *Eur J Plant Pathol*. 2008, 122:481-493.
32. Dorneles KR, Dallagnol LJ, Brunetto AE, Pazdiora PC. First report of powdery mildew caused by *Podosphaera xanthii* on *Lagenaria siceraria* in Brazil. *Rev. Plant Disease*. 2018, 102(4), 823-824.

Declaración de conflicto de intereses: Los autores declaran que no existe conflicto de intereses

Contribución de los autores: **Jorge Francisco León de la Rocha:** estableció la idea general del ensayo. Responsable de su establecimiento y manejo en campo. Realizó la señalización en campo para la toma de muestras y datos, con su posterior análisis e interpretación. Participó en la búsqueda de información y redacción del artículo. **Pedro Pérez Olvera:** contribuyó en el establecimiento en campo y manejo agronómico del cultivo. Participó en la toma de datos en campo. **Cosme Bojórquez-Ramos:** contribuyó como asesor en el manejo del cultivo en campo y en la búsqueda de información. **Arturo Olivar Hernández:** colaboró en la investigación, contribuyó al desarrollo de los ensayos. Participo en la gestión de insumos agrícolas para el experimento. **Juan Antonio Juárez Cortez:** colaboró en la investigación con la búsqueda de información y recolección de datos en campo. **Ricardo G. López- España:** colaboró en búsqueda de información. Participo en el establecimiento y manejo de la estación meteorológica, montada para monitorear las condiciones climáticas en las que se desarrolló el ensayo. **Ileana Miranda-Cabrera:** colaboró con el análisis estadístico de los datos e interpretación de los resultados. **Yusimy Reyes Duque:** colaboró con la idea general del ensayo. Participó en la toma de muestras y datos, con su posterior análisis e interpretación. Colaboró en la búsqueda de información. Participó en la redacción del artículo y es responsable de la revisión final.

Este artículo se encuentra bajo licencia [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional \(CC BY-NC 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)