



El mildiu polvoriento en calabaza: identificación y manejo bajo las condiciones de Tehuacán, México

Powdery mildew in pumpkin: identification and management under the conditions of Tehuacán, Puebla, México

 Jorge Francisco León-de La Rocha^{1*},  Yusimy Reyes-Duque²,  Ernesto Días-López¹,
 Nazario Francisco-Francisco¹,  Juan Antonio Juárez-Cortez¹

¹Universidad Tecnológica de Tehuacán (UTT), prolongación de la 1 no. 1101, San Pablo Tepetzingo, Tehuacán, Puebla, México, C.P. 75859

²Universidad Agraria de La Habana "Fructuoso Rodríguez Pérez", (UNAH), carretera a Tapaste y Autopista Nacional, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba, CP 32 700

RESUMEN: La calabaza (*Cucurbita pepo* L.), de origen americano, es una de las especies más utilizadas en la actualidad. México es un importante centro de origen, domesticación y diversificación del género *Cucurbita*. La producción de calabaza en México lo coloca en el sexto lugar, a nivel mundial. Este cultivo tiene como principal limitante para su producción la incidencia de diferentes organismos nocivos, donde las enfermedades foliares de origen fungoso resultan las más importantes, y se destaca el mildiu polvoriento con pérdidas económicas de 50 a 100 %. Para un manejo adecuado, un elemento importante es la correcta identificación del agente causal, ya que a la enfermedad están asociados dos géneros y especies diferentes. A nivel mundial, las especies identificadas que infectan a la familia Cucurbitaceae son *Podosphaera fusca* (Fr.) Braun & Shishkoff (sin. *Sphaerotheca fusca* (Fr), *Podosphaera xanthii* (Castagne) U. Braun & Shishkoff) o *Golovinomyces cichoracearum* (DC.) V.P. Heluta. El control del patógeno se ha realizado, mayormente, con el uso de fungicidas. Sin embargo, su empleo causa efectos negativos sobre la biodiversidad de los agroecosistemas, lo cual llega a provocar daños irreversibles sobre el medio ambiente, incrementan los costos de producción y favorecen la fungo resistencia. De ahí, la importancia de buscar nuevas alternativas para su manejo, como es el uso de aceites, sales y agentes de control biológico. En este trabajo se presenta una revisión bibliográfica relacionada con la actualización de la identificación de las cenicillas en calabaza, así como las tendencias actuales para su manejo.

Palabras clave: aceites, control biológico, métodos de control, *Podosphaera xanthii*.

ABSTRACT: The pumpkin (*Cucurbita pepo* L.), of American origin, represents one of the most used species today. Mexico is an important center of origin, domestication and diversification of the genus *Cucurbita*. Pumpkin production in Mexico places it in sixth place. This crop has as main limitation for its production the incidence of different harmful organisms, where foliar diseases of fungal origin are the most important, where powdery mildew stands out with economic losses of 50 to 100 %. For proper management, an important element is the correct identification of the causal agent, since two different genera and species are associated with the disease. Worldwide, the identified species that infect the Cucurbitaceae family are *Podosphaera fusca* (Fr.) Braun & Shishkoff (syn.: *Sphaerotheca fusca* (Fr), *Podosphaera xanthii* (Castagne) U. Braun & Shishkoff) or *Golovinomyces cichoracearum* (DC.) V.P. Heluta. The control of the pathogen has been carried out mainly with the use of fungicides. However, its use causes negative effects on the biodiversity of agroecosystems, which can cause irreversible damage to the environment, increase production costs and enhance *fungus resistance*. Hence the importance of seeking new alternatives for its management, such as the use of oils, salts and

*Autor para correspondencia: jfrleon@gmail.com

Recibido: 10/03/2022

Aceptado: 04/04/2022

Conflicto de intereses: Los autores declaran no tener conflicto de intereses

Contribución de los autores: **Conceptualización-** Yusimy Reyes-Duque, Jorge Francisco León-de la Rocha. **Investigación-** Jorge Francisco León-de la Rocha, Yusimy Reyes-Duque, Ernesto Días-López, Nazario Francisco-Francisco, Juan Antonio Juárez-Cortez.

Metodología- Jorge Francisco León-de la Rocha, Yusimy Reyes-Duque, Nazario Francisco-Francisco. **Supervisión-** Yusimy Reyes-Duque. **Escritura del borrador inicial, Escritura y edición final y Curación de datos-** Yusimy Reyes-Duque, Jorge Francisco León-de la Rocha.

Este artículo se encuentra bajo los términos de la licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial (CC BY-NC 4.0). <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



biological control agents. This paper presents a review related to the updated identification of pumpkin powdery mildew, as well as trends in its management.

Key words: control methods, biologic control, *Podosphaera xanthii*, oils.

INTRODUCCIÓN

Cultivo de la calabaza. Origen y generalidades

La calabaza (*Cucurbita pepo* L.), de origen americano, representa una de las especies más utilizadas en la actualidad (1) y México es un importante centro de origen, domesticación y diversificación del género *Cucurbita* (2). Existen registros que indican fueron encontradas semillas en la cueva Guilá Naquitz, en Oaxaca, con una antigüedad entre 6 000 y 8 000 a.C. En las cuevas Romero y Valenzuela, en Tamaulipas, se localizaron, también, semillas de *C. pepo* correspondientes a 2 000 a.C. En Tehuacán, Puebla, región de la cual proviene buena parte de la información sobre la domesticación de plantas en Mesoamérica, se localizaron restos correspondientes a 5 200 a.C. (3).

Dentro del grupo de las calabazas, el género *Cucurbita* es uno de los más abundantes, con 27 especies. Las especies de este género forman el grupo conocido como calabazas, de las cuales cinco han sido domesticadas: *C. pepo* (calabaza de india), *C. ficifolia* Bouché (chilacayote), *C. moschata* (Duchesne ex Lam.) Duchesne ex Poirat (calabaza de castilla); *C. maxima* Duchesne ex Lam (calabaza kabosha) y *C. argyrosperma* Huber (calabaza pipiana) (4).

La producción de calabaza en México lo coloca en el sexto lugar, a nivel mundial. La 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, donde se cultiva más de 18 mil hectáreas y se obtienen producciones de 550 409,74 toneladas anuales; donde se destaca Sonora, seguido de Puebla, Sinaloa, Tlaxcala, Hidalgo y Morelos. En Puebla, en 2019, se sembraron 1,500 hectáreas y se cosecharon 21,911 toneladas, lo que representa una fuente de empleo y económica para las regiones donde se cultiva (5).

La calabaza es una hortaliza de clima cálido que no tolera heladas, la temperatura para la germinación debe ser mayor de 15 °C, siendo el rango óptimo de 22 a 25 °C; la temperatura para su desarrollo tiene un rango de 18 a 35 °C, con temperaturas frescas y días cortos hay mayor formación de flores femeninas. Se desarrolla en cualquier tipo de suelo, de preferencia, los profundos, ricos en materia orgánica. Catalogada como una hortaliza moderadamente tolerante a la acidez, su pH óptimo oscila de 5,5 a 6,8 (6).

Este cultivo tiene como principal limitante para su producción la incidencia de diferentes organismos nocivos, donde las enfermedades foliares de origen fungoso resultan las más importantes, y se destaca el mildiu polvoriento con pérdidas económicas de 50 a 100 %.

DESARROLLO

Mildiu polvoriento, aspectos generales. Agente causal

La cenicilla, también conocida como cenicilla polvoriento o mildiu polvoriento, son causadas por un grupo de hongos diversos, complejos en su forma, en sus estructuras reproductivas, rango de hospedantes y distribución geográfica (7). Se ubican en la familia Erysiphaceae del orden Erysiphales; son parásitos obligados (biótrofos) y parasitan alrededor de 9838 especies de plantas pertenecientes a las angiospermas (8). Se presentan en tejido suculento del hospedante en ambientes sombreados y frescos. La vida de los conidios es corta y les favorecen altos niveles de humedad relativa, pero no son favorecidos por lluvias fuertes e inmersión en agua (9,10).

El oídium es una de las enfermedades más importantes para los cultivos de cucurbitáceas (11). El mildiu polvoriento de las cucurbitáceas es una de las principales enfermedades que las afectan en todo el mundo, con graves pérdidas, tanto en condiciones de campo como de invernadero (12).

A nivel mundial, las especies identificadas que infectan a la familia Cucurbitaceae son *Podosphaera fusca* (Fr.) Braun & Shishkoff (sin. *Sphaerotheca fusca* (Fr.), *Podosphaera xanthii* (Castagne) U. Braun & Shishkoff) o *Golovinomyces cichoracearum* (DC.) V.P. Heluta (13). En relación a esto (14), en el Valle de Culiacán Sinaloa, en México, identificaron mediante la observación únicamente de las características asexuales, a *G. cichoracearum* como el causante de la cenicilla de las cucurbitáceas. Sin embargo, años más tarde, mediante el empleo de técnicas moleculares, se corroboró únicamente a *P. xanthii* como el agente causal del mildiu polvoriento en cucurbitáceas, en México (15,16). En este sentido, en Tehuacán, Puebla, recientemente fue confirmado este patógeno como el agente causal del mildiu polvoriento en calabaza (17).

Sintomatología

Para el desarrollo de la enfermedad se necesita la interacción compatible entre el patógeno y la planta hospedante. Esta interacción depende de la llegada del conidio, adherencia, reconocimiento, penetración, proliferación, nutrición y supresión de las defensas del hospedante (18).

Los síntomas son fáciles de distinguir debido a la abundante producción de conidios con apariencia de ceniza, característica por la cual se originó su nombre común (19). Los síntomas iniciales se observan de color blanquecino y, a medida que avanza, adquieren una coloración amarilla-cremosa la cual puede cubrir la superficie del haz y el envés de las hojas, peciolos, tallos,

yemas y flores (20,21), rara vez los frutos son afectados (15).

La incidencia de la enfermedad es favorecida por un clima cálido y seco, condiciones que favorecen positivamente la colonización, esporulación y dispersión del patógeno (9). Las temperaturas promedio para el desarrollo del mildiu polvoriento oscilan entre 20 y 27 °C, aunque la infección puede ocurrir entre los 10 y 32 °C. La humedad relativa óptima para la germinación de los conidios es de 100 % y, conforme esta desciende, también baja la tasa de germinación (22). Los conidios de mildiu polvoriento pueden germinar a valores inferiores a 20 % de humedad relativa e, incluso, puede ocurrir en ausencia de agua (23). La diseminación de los conidios es, fundamentalmente, a través del viento, con el menor movimiento del aire las esporas son removidas y dispersadas hacia los cultivos y, al caer sobre las hojas, pueden germinar, penetrar la epidermis y causar nuevas infecciones (13).

Comportamiento de la enfermedad

El comportamiento de una enfermedad en campo está relacionado con diferentes factores, como las fechas de siembra de los cultivos, debido a que este factor puede influir, ya sea aumentando o disminuyendo los porcentajes de incidencia y severidad de la enfermedad o, en ocasiones, comportándose de manera similar (24). El comportamiento de una enfermedad en relación a las fechas de siembra está dado, principalmente, por las condiciones medio ambientales que puedan favorecer o no la aparición de la enfermedad. Las precipitaciones prolongadas puede tener un efecto negativo sobre la severidad e incidencia de los patógenos foliares, en el caso de la cenicilla, inhibe la germinación de los conidios (25). En este sentido, en la región de Tehuacán, Puebla, se comprobó al sembrar calabacín en dos fechas de siembra que la severidad del agente causal del mildiu polvoriento se favorece en siembras tardías de mayo-julio, no así cuando se inician de febrero-abril (26).

Alternativas de manejo para el mildiu polvoriento

En el manejo de plagas, es importante la integración de varias medidas, ya que ninguna práctica por sí sola es totalmente adecuada, la integración de estas tributa al manejo exitoso de la misma. En esta integración podemos contemplar prácticas de control químicas, culturales, entre otras.

Control químico

El control químico del mildiu polvoriento a nivel mundial es el más utilizado (27). Existen varios tipos de fungicidas de contacto y sistémicos que muestran efectividad para la enfermedad. En México, se han evaluado fungicidas como el Tebuconazol y Azoxystrobin, los cuales han logrado inhibir el desarrollo micelial (28). Sin dudas, el control químico como alternativa para las enfermedades foliares es eficiente, sin embargo, su empleo causa un impacto

negativo sobre la biodiversidad de los agroecosistemas, lo cual llega a provocar daños irreversibles sobre el medio ambiente (27).

Control biológico

El control biológico se presenta como una alternativa en el manejo de las enfermedades ocasionadas, fundamentalmente, por microorganismos habitantes del suelo (29). Bacterias saprofitas, levaduras y hongos filamentosos son habitantes comunes de las superficies de las plantas. Poseen varios mecanismos mediante los cuales pueden alterar el crecimiento de los patógenos y reducir las enfermedades que estos causan (30).

Para el tratamiento de enfermedades que afectan la parte aérea de las plantas, los agentes de biocontrol necesitan condiciones ambientales específicas (31).

Bacillus: Uno de los entomopatógenos que se emplea para control de mildiu polvoriento es la bacteria *Bacillus subtilis* (Ehrenberg) Cohn 1872 (32). Cepas de *B. subtilis* han sido descritas como capaces de detener el crecimiento de *P.xanthii* mediante la producción de iturin A o bacillomycin, fengycin y surfactin. De esta especie, la cepa UMAF6639 es un agente de control biológico muy prometedor como antagonista e inductor de resistencia sistémica en plantas infectadas por el mildiu polvoriento en cucurbitáceas (31).

Trichoderma: Entre los hongos antagonistas de mayor importancia para el manejo de enfermedades se destaca *Trichoderma* Persoon ex Gray, sin embargo, su empleo durante muchos años estuvo dirigido, principalmente, a patógenos de suelo y en menor grado sobre enfermedades foliares. Sin embargo, en los últimos años se incrementaron los estudios en este sentido Martínez *et al.*, (11). Para el mildiu polvoriento son relevantes los resultados obtenidos con *Trichoderma viride* Pers ex S. F Gray y *Trichoderma harzianum* Rifai, con los que se hace referencia a una inhibición de la germinación conidial superior a 70 % (33). Dentro de algunos productos comerciales, Trichodex® es un preparado a base de esporas del hongo *T. harzianum* (T-39), el cual actúa provocando un desplazamiento competitivo por los nutrientes y el espacio en las superficies de las plantas (11). Alvarado *et al.* (34) informaron una eficacia de *T. harzianum* (Tricho D) sobre el mildiu en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.). de 84,24 % al utilizar una dosis de 500 g ha⁻¹.

Lecanicillium: Otro de los hongos empleados es *L. lecanii*, con el cual se han obtenido resultados relevantes. Al respecto, Jeong *et al.* (35) mencionan que al aplicar *Lecanicillium lecanii* (Zimm.) Zare y W. Gams sobre hojas altamente infectadas, 11 y 15 días después de la inoculación con *Sphaerotheca fuliginea* (Schltld.) Pollacci, la aplicación suprimió la producción posterior de esporas en comparación con los controles.

Ampelomyces: *Ampelomyces quisqualis* Cesati ex Schlecht (Cepa AQ-10) se considera el agente de control biológico más específico para contrarrestar a los hongos causantes del mildiu polvoriento en cucurbitáceas (36). Uno

de los mecanismos más conocidos de antagonismo fúngico es el micoparasitismo del mildiu polvoriento por *Ampelomyces* spp. debido a que sus hifas penetran las estructuras del mildiu polvoriento, principalmente, los conidios y continúan su crecimiento, afectando el funcionamiento y la esporulación por el micoparasitismo intracelular (37).

Esta especie ha sido utilizada con buenos resultados para los agentes causales del mildiu polvoriento en cucurbitáceas (31). Con aplicaciones de *A. quisaqualis* de manera preventiva contra el mildiu polvoriento en calabaza se logró un control de la enfermedad en un 80,30 %, respecto al testigo (36).

Otras alternativas de manejo

Sales

La fitomineraloterapia es una práctica que consiste en la aplicación de sales, denominadas compuestos biocompatibles, con la finalidad de proteger a los cultivos del ataque de algunas enfermedades (27). Las sales minerales funcionan debido a que modifican las estructuras de crecimiento y reproducción del patógeno (38), o por promover el fenómeno de resistencia sistémica contra enfermedades en las plantas. Sin dudas, el empleo de sales minerales para el control del mildiu polvoriento ha dado buenos resultados, tal como señalan algunos autores (39), quienes refieren que el silicato de potasio presenta mayor o igual efectividad biológica que el tratamiento químico a base de azoxystrobin en el control de la cenicienta en pepino (40,41), y señalaron que el nitrato de calcio y fosfito de potasio resultaron ser las sales más eficaces para disminuir el daño por cenicienta (*Oidium* sp.) en plantas de pepino, en comparación con el fosfito de calcio y sulfato de potasio. Por otra parte, autores (42) refieren que las aplicaciones con silicio y fosfito de potasio redujeron la incidencia y severidad de *Podosphaera pannosa* (Wallr.) de Bary, bajo condiciones de invernadero en cultivos de rosal. (43) señalaron que la inmersión de frutos de mandarina (*Citrus reticulata* L.) en soluciones a base de fosfito de calcio y potasio disminuyó hasta en 50 % la incidencia del moho verde de los cítricos originado por *Penicillium digitatum* Sacc.

Bicarbonatos

Los bicarbonatos son sales minerales que se encuentran en la naturaleza, en todos los organismos vivos e incluso en el agua y el suelo, usualmente, son empleados en la agricultura por su actividad antimicrobiana, destacando entre ellos el bicarbonato de sodio (CO_3HNa_2) y el bicarbonato de potasio (CO_3HK_2) (40). La manera de actuar sobre las diferentes enfermedades que controlan se debe, en gran medida, a los efectos tóxicos que ocasionan sobre las estructuras y a la activación de los mecanismos de defensa de las plantas (27), al incremento del pH en la superficie de la hoja (44), el colapso de las células del

hongo debido al desequilibrio del ion potasio y a la deshidratación de la pared celular de las esporas (45).

Fosfitos

Los términos fosfito y fosfanato son comúnmente utilizados en la literatura para referirse a las sales derivadas del ácido fosforoso, al igual que Hidrógeno fosfanatos, Ortofosfitos, compuestos del ácido fosfónico o compuestos del ácido fosforoso, compuestos que tienen la capacidad de controlar enfermedades en diversos cultivos, actuando directamente sobre el patógeno e indirectamente mediante la estimulación de respuestas de defensa del hospedante (46).

Aceites

Los aceites vegetales en la actualidad representan una práctica viable para combatir diferentes enfermedades (47). Algunos autores, mencionan que dentro de los aceites más empleados para el control de hongos se encuentran el aceite de oliva (*Olea europea* L.), jojoba (*Simmondsia chinensis* Schneider), soya (*Glicine max* L.), girasol (*Heliantus annus* L.) y nim (*Azadarichata indica* L.) (39); muchos de estos, presentan alta efectividad para el caso de la cenicienta (48). El aceite de soya (2 %) redujo la severidad de la cenicienta en rosal de 2-5 %, en relación con el control químico (superior al 40 % de infección) y al testigo donde la severidad se incrementó hasta el 100 %.

CONCLUSIONES

El mildiu polvoriento es una enfermedad de importancia en el mundo para el cultivo de las cucurbitáceas. En México, en la región de Tehuacán, Puebla, constituye una de las principales limitantes para la producción de calabaza. La integración de biológicos, sales, aceites y el manejo cultural del cultivo, son prácticas que favorecen la disminución de la severidad del patógeno sobre el cultivo y, por consiguiente, las pérdidas económicas.

BIBLIOGRAFIA

1. Escalante Y, Escalante J, Rodríguez M. Productividad del cultivo de calabaza en (*cucurbita pepo* L.) Chilpancingo, Guerrero, México. Revista de Energía química y Física. 2015;2(5):370-3.
2. Acevedo GF, Huerta E, Lorenzo S, Ortiz S. La bioseguridad en México y los organismos genéticamente modificados: cómo enfrentar un nuevo desafío. Capital natural de México. 2009;2:319-53.
3. Lira-Saade R. Estudios taxonomicos y ecogeograficos de las cucurbitaceae latinoamericanas de importancia economica [Internet]. 1996 [cited 10/03/2023]. 281 p. Available from: <https://cgspace.cgiar.org/handle/10568/104309>
4. Lira-Saade R. Calabazas de México. 1996;(42):52-5.
5. SIAP 2019. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera | Gobierno | gob.mx [Internet]. 2020 [cited 10/03/2023]. Available from: <https://www.gob.mx/siap>

6. Pedraza-Olivares LM. Enfermedades y calidad poscosecha de calabacita cucurbita pepo l. en temporal y riego en los altos de morelos [Internet]. [Cuernavaca, Morelos, México]: El autor; 2019 [cited 10/03/2023]. 56 p. Available from: <http://riaa.uaem.mx/xmlui/handle/20.500.12055/991>
7. Yáñez-Juárez MG, Ayala-Tafoya F, Partida-Ruvalcaba L, Velázquez-Alcaráz T de J, Godoy-Angulo TP, Días-Valdéz T. Efecto de bicarbonatos en el control de cenicilla (*Oidium* sp.) en pepino (*Cucumis sativus* L.). *Revista mexicana de ciencias agrícolas*. 2014;5(6):991-1000.
8. Amano K. Host range and geographical distribution of the powdery mildew fungi. [Internet]. Tokyo: Japan Scientific Societies Press; 1986. 741 p. Available from: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19861318791>
9. Braun U, Cook RTA, Inman AJ, Shin HD. The taxonomy of the powdery mildew fungi. *The Powdery Mildews: A Comprehensive Treatise*. 2001;13-55.
10. Braun U. Taxonomic manual of Erysiphales (powdery mildews). *CBS Biodiversity series*. 2012;11:1-707.
11. Martínez B, Infante D, Reyes Y. *Trichoderma* spp. y su función en el control de plagas en los cultivos. *Revista de Protección Vegetal*. 2013;28(1):1-11.
12. del Pino D, Olalla L, Pérez-García A, Rivera ME, García S, Moreno R, et al. Occurrence of races and pathotypes of cucurbit powdery mildew in southeastern Spain. *Phytoparasitica*. 2002;30(5):459-66. doi:10.1007/BF02979750
13. González-Morejón N, Martínez-Coca B, Infante-Martínez D. Mildiu polvoriento en las cucurbitáceas. *Revista de Protección Vegetal*. 2010;25(1):44-50.
14. Cebreros SF, Sánchez CMA, Acosta MI. Supervivencia de *Erysiphe cichoracearum* de Candolle causante de la cenicilla de las cucurbitáceas en el Valle de Culiacán. En: *Memorias del XVIII Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología*. Puebla, Puebla, México. Puebla, México; 1991. p. 120.
15. Félix-Gastélum R, Apodaca-Sánchez MÁ, del Carmen Martínez-Valenzuela M, Espinosa-Matías S. *Podosphaera* (sect. *Sphaerotheca*) *xanthii* (Castagne) U. Braun y N. Shishkoff en cucurbitáceas en el norte de Sinaloa, México. *Revista Mexicana de Fitopatología*. 2005;23(2):162-8.
16. Bojórquez-Ramos C, León-Félix J, Allende-Molar R, CF-José A, V. T B, LS Fabiola Sar M, et al. Characterization of powdery mildew in cucumber plants under greenhouse conditions in the Culiacan Valley, Sinaloa, Mexico. *Afr. J. Agric. Res*. 2012;7(21):3237-48.
17. De La Rocha JFL, Bojórquez-Ramos C, Francisco-Francisco N, Olivar-Hernandez A, López-España RG, Reyes-Duque Y, et al. Identificación del agente causal del mildiu polvoriento en plantas de calabaza (*Cucurbita pepo* L.) en Tehuacán, México. *Revista de Protección Vegetal* [Internet]. 2020;35(2). Available from: <https://core.ac.uk/download/pdf/354796304.pdf>
18. Spanu PD. Why Do Some Fungi Give up Their Freedom and Become Obligate Dependants on Their Host? *The New Phytologist*. 2006;171(3):447-50.
19. Takamatsu S. Origin and evolution of the powdery mildews (Ascomycota, Erysiphales). *Mycoscience*. 2012;54(1):75-86.
20. Cho SE, Zhao TT, Choi IY, Choi YJ, Shin HD. First Report of Powdery Mildew Caused by *Podosphaera xanthii* on Ramie in Korea. *Plant Disease*. 2016;100(7):1495. doi:10.1094/PDIS-12-15-1489-PDN
21. Tang L, Fan C, Kou J, Li W, Pan K. Primer informe de moho polvoriento causado por *Podosphaera xanthii* en *Solena amplexicaulis* en China. *Plant Disease*. 2019;103(10):2671-2671.
22. Álvarez B. Epidemiología de *Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht. ex Fr.) Poll. en melón. Tesis Doctoral]. Universidad de Málaga, Málaga, España; 1993.
23. Tuttle G. Powdery mildew of cucurbits [Internet]. 1997 [cited 10/03/2023]. Available from: <http://vegetablemendonline>
24. Guzmán-Plazola RA, Fajardo-Franco ML, García-Espinosa R, Cadena-Hinojosa MA. Desarrollo epidémico de la cenicilla y rendimiento de tres cultivares de tomate en la comarca lagunera, Coahuila, México. *Agrociencia*. 2011;45(3):363-78.
25. Jaimes YY, Rojas J. Enfermedades foliares del caucho (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) establecido en un campo clonal ubicado en el Magdalena Medio Santandereano (Colombia). *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*. 2011;12(1):65-76. doi:10.21930/rcta.vol12_num1_art:216
26. León-de la Rocha JF, Pérez-Olvera P, Bojórquez-Ramos C, Olivar-Hernandez A, Cortes JA, López-España RG, et al. Desarrollo de *Podosphaera xanthii* (Castagne) U. Braun & Shishkoff en el cultivo de calabaza (*Cucurbita pepo* L.) en Tehuacán, México. *Revista de Protección Vegetal* [Internet]. 2020;35(3). Available from: https://www.researchgate.net/profile/Jorge-Leon-De-La-Rocha/publication/348394627_Desarrollo_de_Podosphaera_xanthii_Castagne_U_Braun_Shishkoff_en_el_cultivo_de_calabaza_Cucurbita_pepo_L_en_Tehuacan_Mexico/links/5ffcc7a045851553a039f676/Desarrollo-de-Podosphaera-xanthii-Castagne-U-Braun-Shishkoff-en-el-cultivo-de-calabaza-Cucurbita-pepo-L-en-Tehuacan-Mexico.pdf
27. Mejía EZ. Alternativas de manejo de las enfermedades de las plantas. *Terra Latinoamericana*. 1999;17(3):201-7.
28. Almándoiz J, Pérez L, Rodríguez F, Hernández R. Alternativas para el control químico de «*Erysiphe cichoracearum*» D.C. agente casual del mildiu polvoriento en el cultivo de la calabaza («*Cucurbita moschata*») Duch en las condiciones de Cuba. *Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal*. 2002;(139):22-7.
29. Verma M, Brar SK, Tyagi RD, Surampalli RY, Valéro JR. Antagonistic fungi, *Trichoderma* spp.: Panoply of biological control. *Biochemical Engineering Journal*. 2007;37(1):1-20. doi:10.1016/j.bej.2007.05.012
30. Guetsky R, Shtienberg D, Elad Y, Dinor A. Combining Biocontrol Agents to Reduce the Variability of Biological Control. *Phytopathology*®. 2001;91(7):621-7. doi:10.1094/PHTO.2001.91.7.621
31. Romero D, De Vicente A, Zerriouh H, Cazorla FM, Fernández-Ortuño D, Torés JA, et al. Evaluation of

- biological control agents for managing cucurbit powdery mildew on greenhouse-grown melon. *Plant Pathology*. 2007;56(6):976-86. doi:10.1111/j.1365-3059.2007.01684.x
32. García-Gutiérrez L, Zerriouh H, Romero D, Cubero J, de Vicente A, Pérez-García A. The antagonistic strain *Bacillus subtilis* UMAF6639 also confers protection to melon plants against cucurbit powdery mildew by activation of jasmonate- and salicylic acid-dependent defence responses. *Microbial Biotechnology*. 2013;6(3):264-74. doi:10.1111/1751-7915.12028
33. Sawant IS. Trichoderma- Foliar Pathogen Interactions. *The Open Mycology Journal* [Internet]. 2014 [cited 10/03/2023];8(3). Available from: <https://benthamopen.com/ABSTRACT/TOMYCJ-8-58>
34. Alvarado-Aguayo A, Pilaloo-David W, Torres-Sánchez S, Torres-Sánchez K, Alvarado-Aguayo A, Pilaloo-David W, et al. Efecto de *Trichoderma harzianum* en el control de mildiu (*Pseudoperonospora cubensis*) en pepino. *Agronomía Costarricense*. 2019;43(1):101-11. doi:10.15517/rac.v43i1.35672
35. Kim JJ, Goettel MS, Gillespie DR. Evaluation of *Lecanicillium longisporum*, Vertalec® for simultaneous suppression of cotton aphid, *Aphis gossypii*, and cucumber powdery mildew, *Sphaerotheca fuliginea*, on potted cucumbers. *Biological Control*. 2008;45(3):404-9. doi:10.1016/j.biocontrol.2008.02.003
36. Pawar VP. Biological control of powdery mildew disease *sphaerotheca fluiginea* of *cucurbita* maxima (pumpkin) surface of leaf antagonists. *CIBTech Journal of Microbiology*. 2015;4(1):63-7.
37. Kiss L. A review of fungal antagonists of powdery mildews and their potential as biocontrol agents. *Pest Management Science*. 2003;59(4):475-83. doi:10.1002/ps.689
38. Bombelli EC, Wright ER. Efecto del bicarbonato de potasio sobre la calidad del tomate y acción sobre *Botrytis cinerea* en poscosecha. *Ciencia e Investigación Agraria* [Internet]. 2006;33(197-203). Available from: https://www.researchgate.net/profile/Enrique-Bombelli/publication/324234826_Tomato_fruit_quality_conservation_during_post-harvest_by_application_of_potassium_bicarbonate_and_its_effect_on_Botrytis_cinerea/links/5b0d7903aca2725783f0fabd/Tomato-fruit-quality-conservation-during-post-harvest-by-application-of-potassium-bicarbonate-and-its-effect-on-Botrytis-cinerea.pdf
39. Pérez-Ángel R, García-Estrada RS, Carrillo-Fasio JA, Angulo-Escalante MÁ, Valdez-Torres JB, Muy-Rangel MD, et al. Control de cenicilla (*Sphaerotheca fuliginea* Schlechtend.: Fr, Pollaci) con aceites vegetales y sales minerales en pepino de invernadero en Sinaloa, México. *Revista mexicana de fitopatología*. 2010;28(1):17-24.
40. Yáñez-Juárez MG, Partida-Ruvalcaba L, Zavaleta-Mejía E, Ayala-Tafoya F, Velázquez-Alcaraz T de J, Díaz-Valdés T. Sales minerales para el control de la cenicilla (*Oidium* sp.) en pepino. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*. 2016;7(7):1551-61.
41. Yáñez-Juárez MG, León-de la Rocha JF, Godoy-Angulo TP, Gastélum-Luque R, López-Meza M, Cruz-Ortega JE, et al. Alternativas para el control de la cenicilla (*Oidium* sp.) en pepino (*Cucumis sativus* L.). *Revista mexicana de ciencias agrícolas*. 2012;3(2):259-70.
42. Domínguez Serrano D, García Velasco R, Mora Herrera ME, Salgado Siclan ML, Domínguez Serrano D, García Velasco R, et al. Identificación y alternativas de manejo de la cenicilla del rosal. *Revista mexicana de fitopatología*. 2016;34(1):22-42. doi:10.18781/R.MEX.FIT.1509-1
43. Cerioni L, Rapisarda VA, Doctor J, Fikkert S, Ruiz T, Fassel R, et al. Use of Phosphite Salts in Laboratory and Semicommercial Tests to Control Citrus Postharvest Decay. *Plant Disease*. 2013;97(2):201-12. doi:10.1094/PDIS-03-12-0299-RE
44. Ziv O, Zitter TA. Effects of bicarbonates and film-forming polymers on cucurbit foliar diseases. *Plant disease (USA)*. 1992;76(5):513-7.
45. Hasan MF, Mahmud TM, Kadir J, Ding P, Zaidul IS. Sensitivity of «*Colletotrichum gloeosporioides*» to sodium bicarbonate on the development of anthracnose in papaya («*Carica papaya*» L. cv. Frangi). *Australian Journal of Crop Science*. 2012;6(1):17-22. doi:10.3316/informit.053149476233396
46. Deliopoulos T, Kettlewell PS, Hare MC. Fungal disease suppression by inorganic salts: A review. *Crop Protection*. 2010;29(10):1059-75. doi:10.1016/j.cropro.2010.05.011
47. Delgado-Oramas BP, Marquetti IG, Hernández MGR, Pérez OP. La resistencia inducida por productos derivados de plantas: alternativa para el manejo de plagas agrícolas. *Revista de Protección Vegetal*. 2020;35(3).
48. Díaz A, García M, Loera G, Barajas P. Efecto de aceites esenciales sobre el manejo de *Rizhopus stolonifer* en recubrimientos comestibles. *Rev. Mex. Fitopatología*. 2013;31(109).