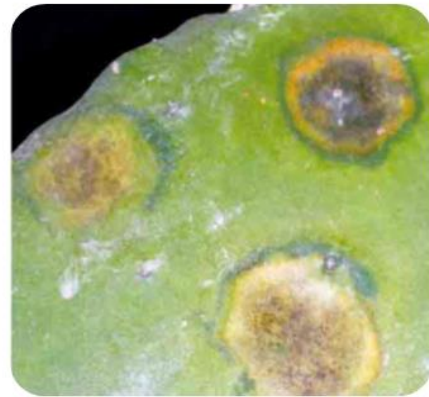


Panorama Nacional Mancha negra del nopal (*Pseudocercospora opuntiae*)



"ESTE PROGRAMA ES PÚBLICO, AJENO A CUALQUIER PARTIDO POLÍTICO. QUEDA PROHIBIDO EL USO PARA FINES DISTINTOS A LOS ESTABLECIDOS EN EL PROGRAMA"



**GOBIERNO DE
MÉXICO**

AGRICULTURA
SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL



SENASICA
SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD,
INOCUIDAD Y CALIDAD AGROALIMENTARIA



Evento	Tipo de Análisis	Nivel de riesgo	Impacto																				
Alerta Sanitaria	Panorama Nacional de la mancha negra del nopal (<i>Pseudocercospora opuntiae</i>)			<table border="1"> <tr> <td>Alto</td> <td>3</td> <td>6</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>Medio</td> <td>2</td> <td>4</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>Bajo</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Bajo</td> <td>Medio</td> <td>Alto</td> </tr> <tr> <td></td> <td colspan="3">Probabilidad</td> </tr> </table>	Alto	3	6	9	Medio	2	4	6	Bajo	1	2	3		Bajo	Medio	Alto		Probabilidad	
Alto	3	6	9																				
Medio	2	4	6																				
Bajo	1	2	3																				
	Bajo	Medio	Alto																				
	Probabilidad																						

Plaga/Hospedantes

La **mancha negra del nopal** es una enfermedad causada por el hongo ***Pseudocercospora opuntiae*** (Ayala-Escobar *et al.*, 2006), la cual genera problemas fitosanitarios que ocasionan baja productividad de nopal (*Opuntia* sp.) (Quezada-Salinas *et al.*, 2006), y por ende pérdidas económicas de importancia debido a que puede afectar todos los órganos de la planta: sistema radical, tallo, cladodios y frutos (Rangel-Estrada *et al.*, 2013). El hongo afecta principalmente a especies del género *Opuntia* spp. (*Opuntia ficus-indica*), y especies del género *Nopalea* spp. (FAO, 2018).

La enfermedad se desarrolla cuando se combinan humedad relativa alta (mayor a 60 %) y temperaturas diurnas de 20 a 24 °C y nocturnas de 8 a 12.7 °C (Quezada-Salinas *et al.*, 2006; Hernández-Sánchez *et al.*, 2014). Los síntomas se inician con la decoloración de la cutícula del cladodio, cambiando a un color claro con puntos pequeños de color olivo, posteriormente las manchas adquieren un color café-oscuro, su diámetro incrementa de 3 a 4 cm y en la parte central se presenta un hundimiento (Figura 1); finalmente la lesión se seca, quedando expuesto el tejido leñoso que a veces se desprende dejando agujeros en las pencas (Rangel-Estrada *et al.*, 2013), pueden aparecer síntomas en el mismo cladodio (Ochoa *et al.*, 2015). El período de incubación toma alrededor de 104 días, y los síntomas se hacen evidentes en aproximadamente 25 días (Quezada *et al.*, 2006), se reporta un periodo de latencia de 14 semanas (Quezada-Salinas *et al.*, 2013).

Figura 1. Síntoma de mancha negra en estado avanzado



Tomada de Rangel-Estrada *et al.*, 2013

El manejo agronómico es uno de los factores que influye en la propagación de la mancha negra (Hernández-Sánchez *et al.*, 2014), entre las acciones en campo que favorecen e incrementan la incidencia se destaca la aplicación de estiércol fresco, presencia y abundancia de malezas muy desarrolladas, alta humedad (por más de cinco horas), infección de equipo y herramientas, traslado de plantas enfermas a zonas con plantas sanas, y sembrar pencas infectadas en plantaciones nuevas (CESAVE, s/a).

Su presencia solamente se ha reportado en América, con distribución en Bolivia, Brasil, México y Perú (FAO, 2018).

México es el principal país dedicado al cultivo de nopal, la producción ha sido relevante gracias a la diversidad de usos como planta medicinal, hortaliza, forraje, elaboración de cosméticos, entre otros. Se destacan Morelos, Ciudad de México (CDMX), Estado de México y Jalisco (Cuadro 1) como las principales entidades productoras del país. En la Ciudad de México el nopal verdura (nopalito) se produce en las alcaldías Milpa Alta, Tláhuac, Xochimilco (Cuadro 2) (SIAP, 2019), Tlalpan presenta una superficie sembrada de 2.71 hectáreas, las demás alcaldías (Cuajimalpa de Morelos, Álvaro Obregón, La Magdalena Contreras) concentran alrededor de 3.04 hectáreas (INEGI, 2007). Milpa Alta, junto con el municipio de Tlalnepantla en Morelos son las regiones más importantes en términos de volumen y calidad del producto a nivel nacional (FAO, 2018), predominando el cultivo de la variedad Milpa Alta (COMENTUNA, Red Nopal y CONABIO, 2009).

Cuadro 1. Principales entidades productoras de Nopal en México

Entidad	Superficie sembrada (hectáreas)	Producción (toneladas)	Valor de producción (pesos)
Morelos	4,141	396,874.20	729,603,369.74
Ciudad de México	2,682	203,888	581,135,600.0
Estado de México	965.09	86,671.83	184,475,695.41
Jalisco	734.5	35,231.35	181,250,723.12

Datos SIAP, 2019

**Situación
en México:**

Cuadro 2. Alcaldías productoras de Nopal en la Ciudad de México

Alcaldía	Superficie sembrada (hectáreas)	Producción (toneladas)	Valor de producción (pesos)
Milpa alta	2,634	200,437.80	571,298,400
Xochimilco	33	2,355.20	6,771,200
Tláhuac	15	1,095.00	3,066,000
Total	2,682	203,888.00	581,135.60

Datos SIAP, 2019

En la CDMX la venta del producto se lleva a cabo mediante tres modalidades: mercados locales, comercialización y exportación (Estados Unidos, Japón y China) (INEGI, 2007) y venta por mayoreo (centrales de abasto), además el producto es destinado a otras industrias y sectores (cuadro 3). Entre las actividades en Milpa Alta se destaca la producción de nopal como verdura, aunque la transformación del producto con fines nutricionales se da en diferentes presentaciones (cuadro 4).

Cuadro 3. Destino de la producción de nopal de la CDMX

Alcaldía	Productores	Destino de producción
Milpa Alta Xochimilco y Tláhuac	10,000 (30 % de la población ocupada)	Mercados locales

Central de abastos, mercados de centros urbanos
 Centros de mayoreo
 Agroindustria de alimentos y bebidas
 Agroindustria de alimentos para animales
 Industria farmacéutica
 Industria cosmética
 Industria de suplementos alimenticios
 Industria productora de aditivos naturales
 Sector de la construcción
 Sector energético
 Sector productor de insumos para la agricultura
 Sector turismo
 Industria textil

Delgadillo-Macías, 2019

Cuadro 4. Productores de nopal en Milpa Alta

Nombre de la organización	Localidad en Milpa Alta	Productor y/o comercializador	Cargo	Actividad
Productor individual	San Lorenzo Tlacoyucan	Lorenzo Segura Ramírez	Productor	Producción de nopal verdura
Productor individual SEDEREC	San Lorenzo Tlacoyucan Milpa Alta	Ángela Rosas Muñoz Hipólito Segura Ing. José Reyes Saldivar	Productor Encargado del componente Cultivo Nativo Nopal	Producción de nopal verdura Asistencia a la producción
Agroindustrial individual	Villa Milpa Alta	Adelina Rojas	Agroindustrial	Transformación de nopal en polvo, tiras con chile y gomitas
COPALTA	Villa Milpa Alta	David Peralta	Representante	Producción, transformación y comercialización de nopal verdura y jugo
Grupo INMA	San Juan Tepenahuac	Lorenzo Segura Ramírez	Productor	Transformación de nopal en polvo, polvo para alimentos y bebidas, en sazónadores y chile piquín
La Azteca	San Pedro Actopan	Ismael Rivera Cruz	Representante	Nopales en salmuera, nopales en escabeche, mermelada. Dedicada a la industrialización y comercialización del nopal. Procesa, envasa y distribuye el nopal en diversas modalidades

Delgadillo-Macías, 2019

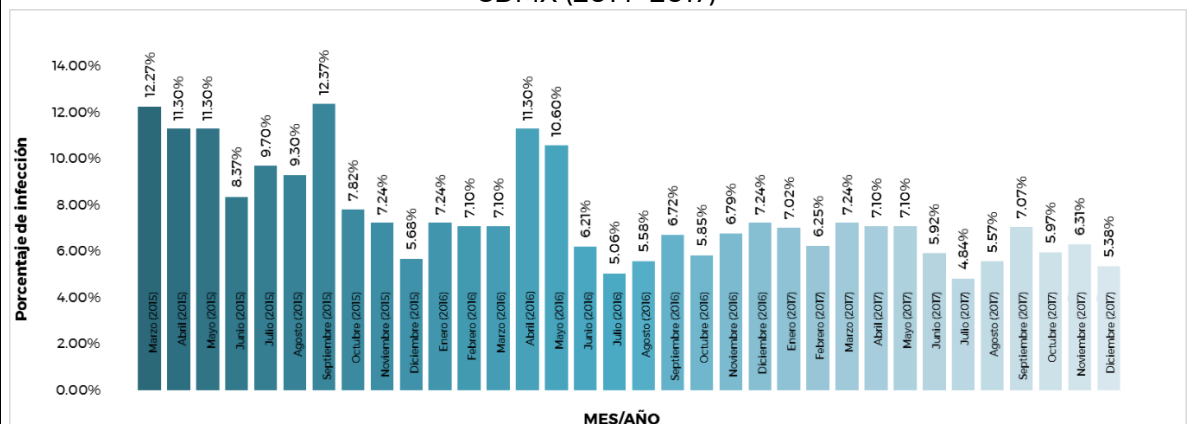
Sin embargo, uno de los principales problemas fitosanitarios al que se enfrentan los productores de nopal de la CDMX es la mancha negra, la cual también se ha reportado en Jalisco, Morelos (Tlalnepantla), Estado de México (Texcoco) y en Tamaulipas (Gómez Farías) donde se registraron cuatro muestras positivas a la plaga en 2012 (SINALAB, 2019) (Cuadro 5).

Cuadro 5. Distribución nacional de Mancha negra del nopal

Entidad	Municipio	Referencia
Jalisco		Ochoa <i>et al.</i> , 2015
Morelos	Tlalnepantla	Quezada-Salinas <i>et al.</i> , 2006
Estado de México	Texcoco	Ochoa <i>et al.</i> , 2015
Ciudad de México	Milpa Alta	Ayala-Escobar <i>et al.</i> , 2006
	Xochimilco	SICAFI, 2014, 2017
Tamaulipas	Gómez Farías	SINALAB, 2012

Datos del Comité Estatal de Sanidad Vegetal de la Ciudad de México (CESAVE-DF) (2015; 2018), muestran que la enfermedad afecta el **98 % de la superficie cultivada**, lo cual repercute en la calidad del nopal como verdura para su comercialización. En comparación con 2015, en 2017 el porcentaje de infección en nopal verdura disminuyó significativamente (Gráfica 1), esto debido a las acciones de capacitación y de prevención implementadas.

Gráfica 1. Porcentaje de infección de mancha negra en nopal verdura por mes y año CDMX (2014- 2017)

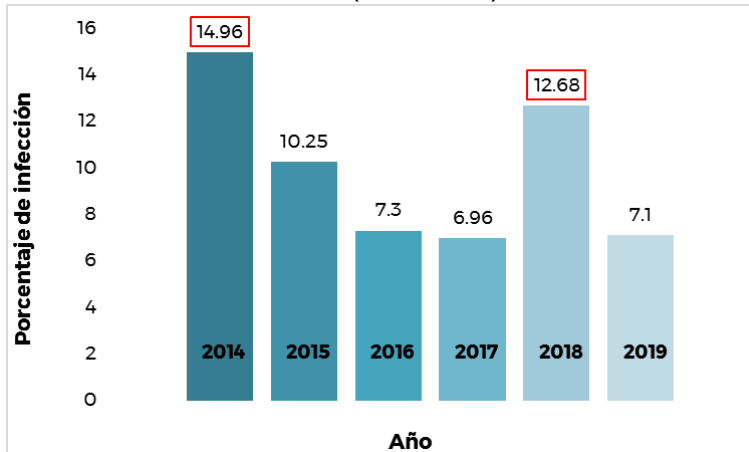


Datos CESAVE-DF, 2018

En 2014 se reflejó un porcentaje (promedio) de 14.96% y disminuyó a 7.1 % en 2019 (gráfica 2), no obstante durante 2018 hubo un notable incremento de la enfermedad (12.68%). En la figura 2 y cuadro 6 se puede observar que la mayoría de las plantas muestreadas en 2019 presentaron porcentajes de infección más bajos (4 -12%) con alrededor de 834 plantas afectadas por la enfermedad a diferencia de 2018, que se detectaron mayormente plantas con porcentajes entre el 16 y el 24 % con un total de 1766 unidades afectadas. Estas variaciones probablemente se deben a las recomendaciones emitidas y el manejo agronómico. Comparando el tipo de control recomendado, en 2018 se realizó cepillado de pencas, aplicación de jabón agrícola, control químico, podas sanitarias y aplicación de caldo Bordeles, el año posterior se dejó de realizar el cepillado de pencas, y se optó por aplicar fungicidas para detener infecciones avanzadas, se realizaron deshierbes, renovación de plantas, aplicación de caldo Bordeles, control de malezas y se eliminaron cladodios afectados. Por lo anterior se infiere que el cambio en los métodos de control más integrados benefició la baja incidencia durante 2019. Por otro lado, se debe tomar en cuenta que el manejo agronómico influye en la diseminación del patógeno, y no necesariamente la cercanía entre pencas. Por ejemplo, las podas de

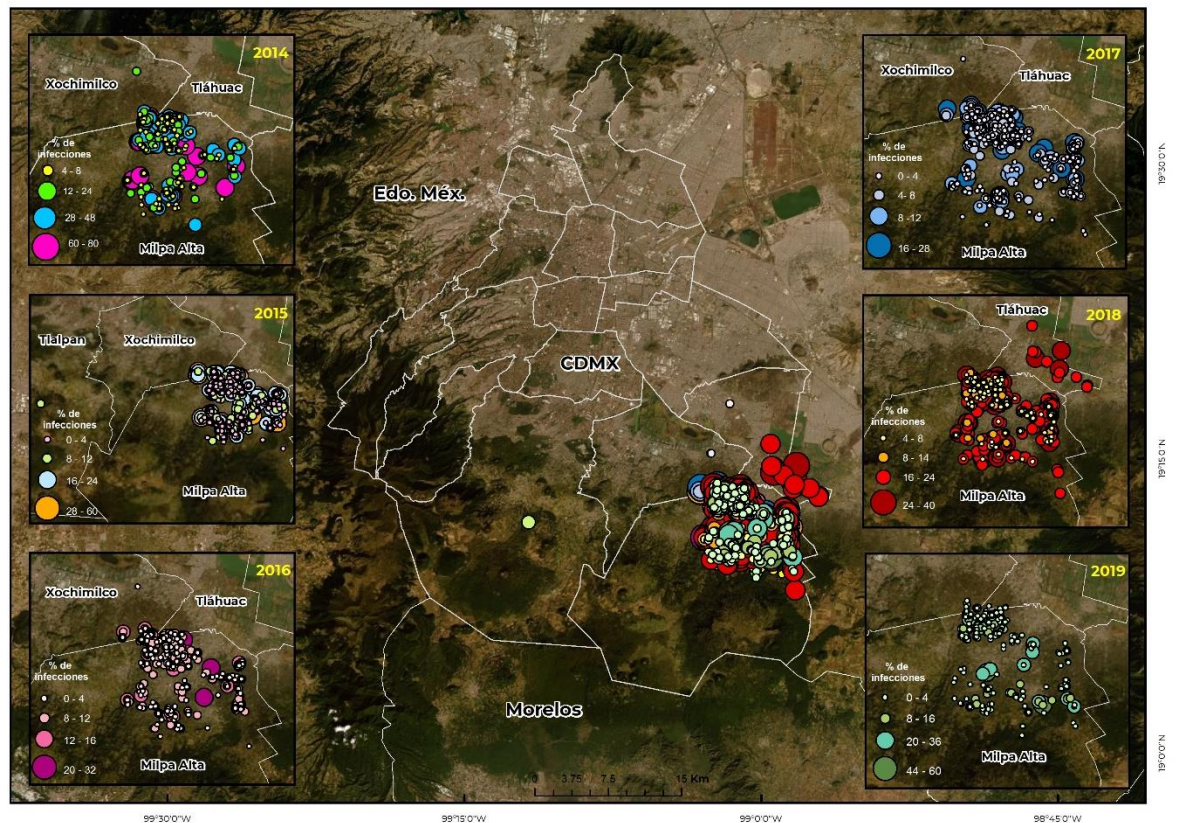
saneamiento que se realizan después de la fase de mayor actividad epidémica del hongo afectan significativamente, por ello se debe recomendar a los productores, alejar éstas pencas infectadas de la producción sana (Hernández-Sánchez *et al.*, 2014).

Gráfica 2. Porcentaje (promedio) de infección de mancha negra (*P. opuntiae*) CDMX (2015-2019).



Datos SICAFI (2014-2019)

Figura 2. Distribución de plantas infectadas por *P. opuntiae* en el periodo de 2014 -2019



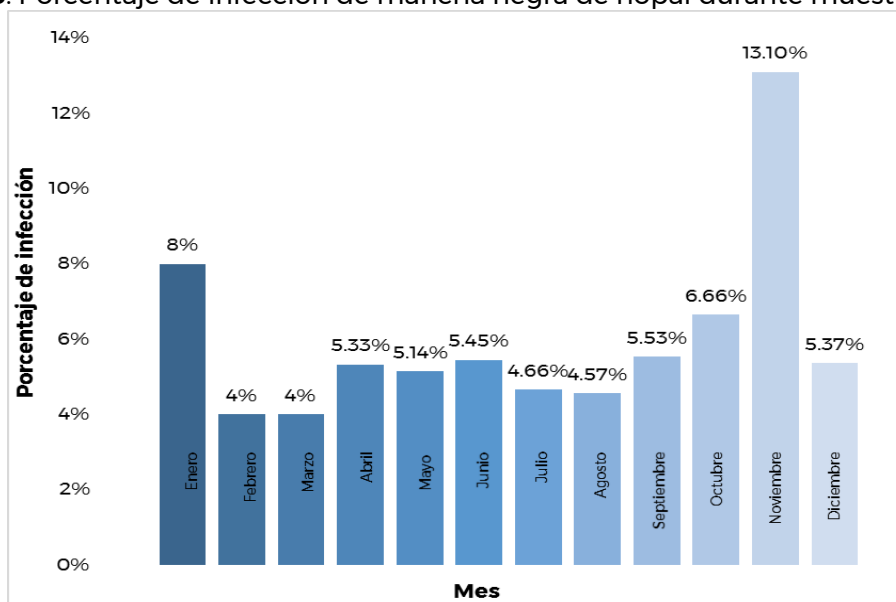
Cuadro 6. Plantas con mancha negra detectadas durante muestreo en la CDMX (2014-2019)

Año	Porcentaje de infección					Total
	4-12 %	16-24%	28-36%	40-48%	60-80%	
	Plantas infectadas					
2014	347	387	263	185	100	1282
2015	976	543	267	60	15	1861
2016	495	130	43	-	-	668
2017	861	113	7	-	-	981
2018	300	1407	39	20	-	1766
2019	615	99	72	33	15	834

Datos SICAFI (2014-2019)

Durante 2019 se muestrearon un total de 232.6 hectáreas en Xochimilco y Milpa Alta, se obtuvieron promedios de porcentajes de infección entre 4 y 13.1 %. En la gráfica 5 se puede observar que en noviembre se registró el porcentaje más alto de infección (13.1 %), esto coincide con los resultados de Hernández-Sánchez *et al.* (2014), mencionan que la incidencia de la enfermedad es baja en verano, mientras que en otoño y principios de invierno la incidencia es alta, asociando el progreso de la enfermedad a bajas temperaturas (mínima: 6.8°C) y una humedad relativa alta (60 a 100%). Aunado a la temperatura y la humedad, las áreas productivas localizadas a una altitud mayor de 2135 msnm poseen mayor riesgo de ocurrencia de la enfermedad (Hernández-Sánchez *et al.*, 2014). Por lo anterior, la altitud puede estar influyendo considerablemente en la propagación de *P. opuntiae* en la CDMX, ya que las áreas productoras se encuentran a más de 2250 msnm.

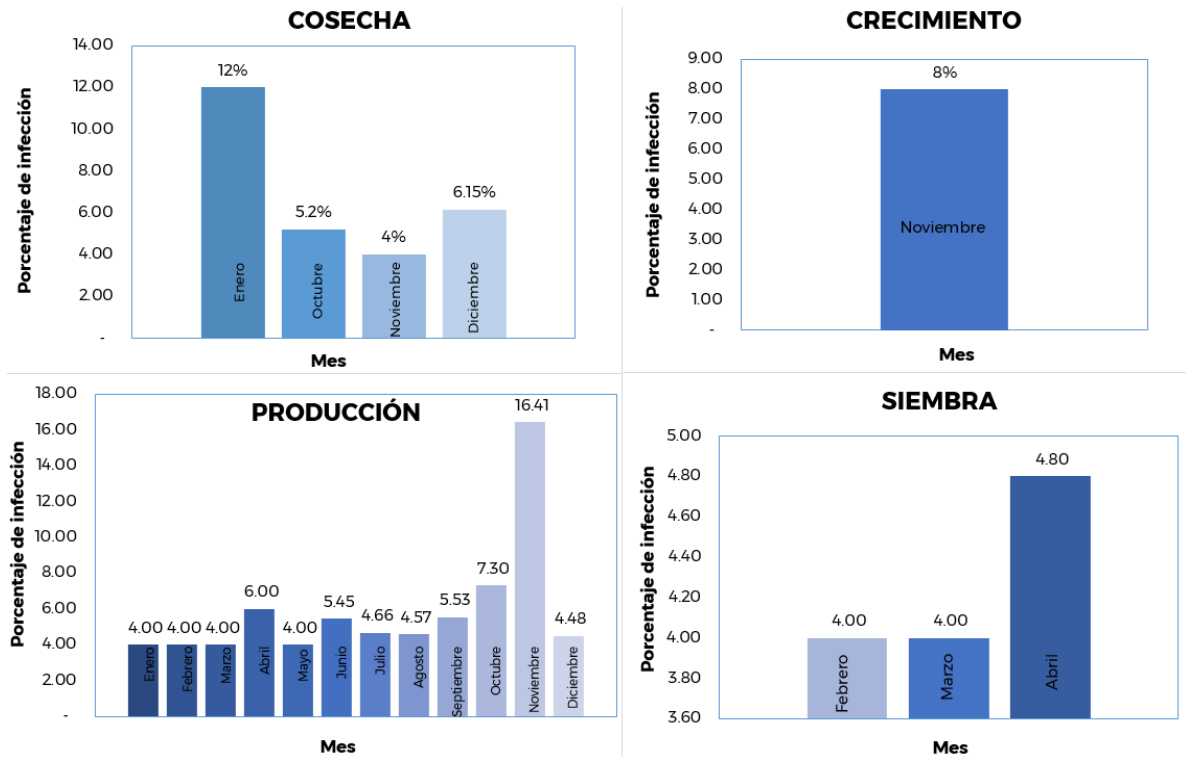
Gráfica 3. Porcentaje de infección de mancha negra de nopal durante muestreo (2019)



Datos SICAFI, 2019

Con respecto a la fenología del nopal (cosecha, crecimiento, producción y siembra), la mancha negra tiene una incidencia más alta en la etapa de producción (Gráficas 4-7), por lo tanto, se debe hacer énfasis en vigilar las parcelas de nopal cuando estén en ese estado fenológico.

Gráficas 4-7. Porcentaje de infección de *P. opuntiae* en nopal verdura con respecto a la etapa fenológica (muestreo 2019)



Datos SICAFI, 2019

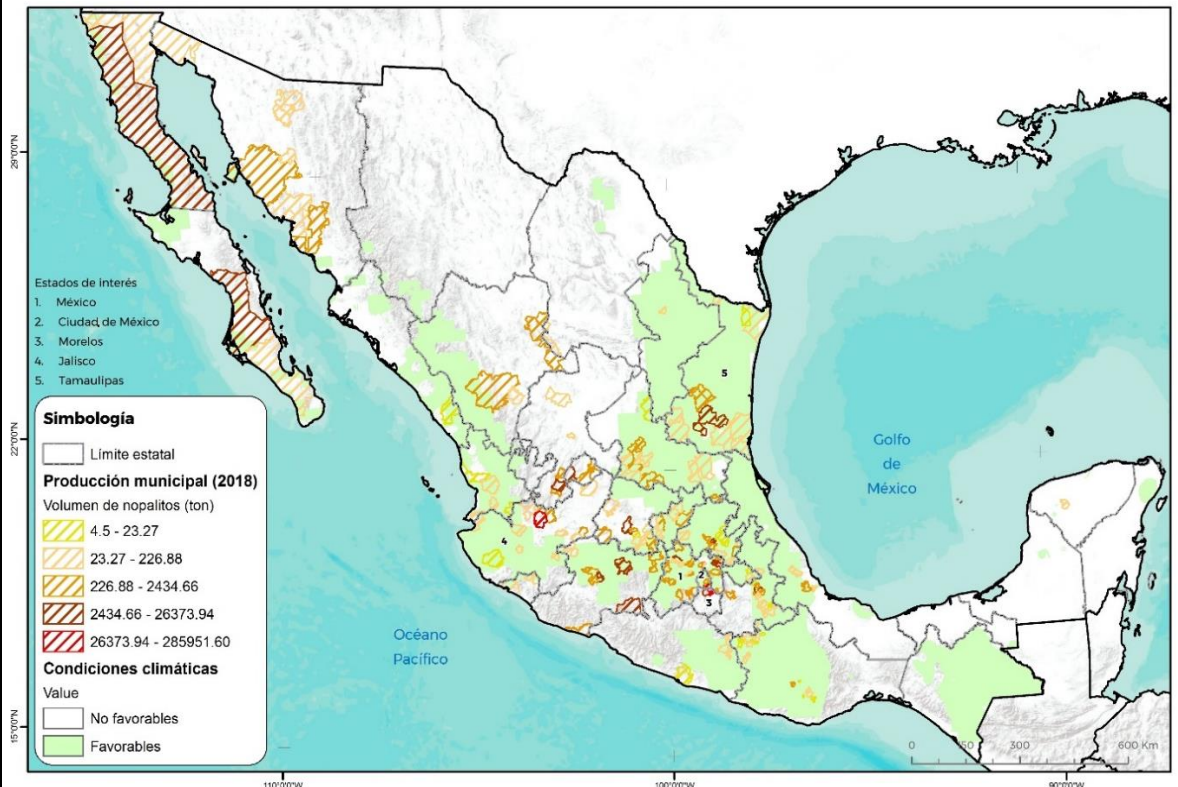
De acuerdo a las condiciones climáticas favorables para el desarrollo del patógeno (cuadro 7), las áreas potenciales para la diseminación del patógeno se ubican en la región Centro Occidente, Centro, y algunos estados del norte, cabe mencionar que en esas áreas hay producción de nopal (Figura 3).

Cuadro 7. Condiciones climáticas favorables para el desarrollo de *P. opuntiae*

Humedad relativa	Temperatura diurna	Temperatura nocturna
60-100%	20- 24 °C	8-12.7 °C

Hernández-Sánchez et al., 2014

Figura 3. Entidades con condiciones climáticas favorables para el desarrollo de Mancha negra del nopal



Entidades con condiciones favorables y producción de nopal: Tamaulipas, San Luis Potosí, Durango, Jalisco, Michoacán, Estado de México, Ciudad de México, Puebla, Veracruz, Guerrero, Nayarit, Sinaloa, Guanajuato, Querétaro, Hidalgo, Baja California Norte, Baja California Sur.

La diseminación paulatina de la mancha negra afectaría **29 mil 828.04 hectáreas** de superficie sembrada de nopal en el país, con una producción de **1 millón 030 mil 678.1 toneladas** y un valor de producción mayor a **2 mil 173 millones de pesos** (SIAP, 2019). En el caso particular de la CDMX, se verían afectados alrededor de **10,000 productores** (Delgadillo-Macías, 2019) (cuadro 4 y 5).

Acciones:

La campaña “Manejo fitosanitario del nopal”, que incluye a la mancha negra, inició en mayo de 2014. En 2018 el Comité Estatal de Sanidad Vegetal (CESAVE) de la CDMX emitió el informe sobre el impacto de las actividades fitosanitarias implementadas en 2017, las cuales consistieron en el monitoreo preventivo, capacitaciones y medidas para evitar la diseminación de la enfermedad. Las acciones se enfocan en el muestreo para detectar la presencia y se prioriza el control cultural y de ser necesario control químico. Con las actividades se beneficiaron a más de 1540 productores de 2015 a 2017. En los predios con un porcentaje mayor al 20% se dio seguimiento 1 vez al mes (dos meses consecutivos) y si presentaba un porcentaje igual o mayor al 40 % se realizó seguimiento cada 15 días durante dos meses. La campaña también benefició a 161 productores con capacitación (sobre la biología y control de *P. opuntiae*) en Morelos (SICAFI, 2019).

Control cultural

Se recomienda utilizar pencas sanas para nuevas plantaciones. Para el manejo de la enfermedad se sugiere revisar las plantaciones de nopal después de la estación lluviosa para detectar y eliminar los cladodios que muestren las primeras señales de la enfermedad y de ser posible no sembrar en temporada de lluvia. Realizar podas sanitarias y de ventilación cuando se detecten los primeros signos y síntomas de la enfermedad. Se sugiere aplicar fungicidas de cobre antes de la temporada de lluvias (FAO, 2018).

Control químico

Las estrategias de control de la enfermedad se han basado en la utilización de productos químicos a base de oxiclورو de cobre, benomilo, mancozeb, los cuales son aplicados por el 68.5 % de los productores sin tener en cuenta el ciclo del patógeno por lo que la enfermedad no ha sido controlada (Morales y Hernández, 2002, citados en Ochoa *et al.*, 2015). Hernández-Sánchez *et al.* (2016) muestran que los benzimidazoles (benomilo y carbendazim) tienen mayor efectividad biológica contra el hongo, en sus resultados hubo disminución de la enfermedad en el 85.7% de las pencas inoculadas. La obtención de genotipos resistentes a *P. opuntiae* funge como una prioridad a partir de la aparición de la enfermedad en México (Ochoa *et al.*, 2015).

Investigaciones recientes

Ochoa *et al.* (2019): demostraron que la acción combinada de polifenoles de cactus y la β -1,3-glucanasa contribuyen significativamente a la resistencia contra *P. opuntiae* en nopal (*Opuntia ficus-indica*), las cuales se podrían usar como criterios para detectar germoplasma de cactus resistente a la mancha negra.

Conclusiones

Considerando que *P. opuntiae* es un hongo que puede afectar severamente la producción de nopal en México, es necesario dar continuidad a las acciones de muestreo y control, como se implementó en el período 2014-2019, mostrando una considerable disminución en la incidencia, sobre todo los estados de Morelos, Ciudad de México, Estado de México, Jalisco con las producciones más altas y Tamaulipas donde se obtuvieron resultados positivos en 2012. Asimismo, se sugiere vigilar las áreas con cultivos de nopal y condiciones climáticas favorables para el hongo donde aún no está presente.

Referencias

- Aguilar-Zamora** A. J. 2000. El cultivo de nopal verdura en Milpa Alta, D. F. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias.
- Ayala-Escobar** V., Yáñez-Morales M. J., Braun U., Groenewald J. Z. y Crous P. W. 2006. *Pseudocercospora opuntiae* sp. nov., the causal organism of cactus leaf spot in Mexico. Fungal Diversity: 21: 1-9.
- CESAVE-CDMX**. Comité estatal de Sanidad Vegetal del Distrito Federal. 2018. Informe del mes de agosto de 2018. En línea: <http://www.cesavedf.org.mx/NOPAL.html>. Fecha de consulta: febrero de 2020.

- CESAVE-DF.** Comité estatal de Sanidad Vegetal del Distrito Federal. 2015, 2017. Informe físico: Manejo fitosanitario del nopal. En línea: <http://cesavedf.org.mx/TRANSPARENCIA.html>. Fecha de consulta: marzo de 2020.
- COMENTUNA, Red Nopal y CONABIO.** 2009. Nopales, tunas y xoconostles. Consejo Mexicano de Nopal y Tuna, A. C., Red Nopal y Comisión Nacional para el conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2ª edición, México.
- Delgadillo-Macías, J.** 2019. Producción y consumo agroalimentario en áreas perimetropolitanas. Una aproximación tipológica desde el enfoque de proximidad. *Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional*. En línea: <https://www.ciad.mx/estudiosociales/index.php/es/article/view/701/393#aff1>. Fecha de consulta: febrero 2020.
- FAO.** Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2018. Ecología del cultivo, manejo y usos del nopal. En: Inglese P., Mondagrón C., Nefzaoui A., Sáenz C. (editores). En línea: <http://www.fao.org/3/i7628es/i7628ES.pdf>. Fecha de consulta: febrero de 2020.
- Hernández-Sánchez E., Mora-Aguilera G., Tlapal B., Rodríguez-Leyva E. y Alvarado D.** 2014. Efecto de intensidad inicial de enfermedad en la caracterización la caracterización temporal y espacial de la Mancha Negra del nopal (*Opuntia ficus-indica*). *Revista Mexicana de Fitopatología*. Vol. 33 (2): 132-146.
- INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2007. Características principales del cultivo de nopal en el Distrito Federal. Caso Milpa Alta. Censo Agropecuario 2007.**
- IPPC.** 2017. International Plant Protection Convention (IPPC). Norma Internacional para Medidas Fitosanitarias (NIMF) 8. Determinación de la situación de una plaga en un área. En línea: <https://www.ippc.int/es/publications/612/>. Fecha de consulta: abril de 2020.
- Ochoa M. J., Rivera-López L., Gómez-Leyva J. F.** 2015a. Método de selección en explantes in vitro de *Opuntia* spp. con resistencia a la mancha negra causada por *Pseudocercospora opuntiae*. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias* 48(1): 21-31. En línea: https://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/8439/cp03-ochoa.pdf. Fecha de consulta: febrero de 2020.
- Ochoa M. J., Rivera L. A. Arteaga-Garibay I., Martínez-Peña D., Ireta J., Portillo L.** 2015. Black spot caused by *Pseudocercospora opuntiae* in cactus pear productive systems of Jalisco, Mexico. *JPACD*, 17: 1-12.
- Ochoa M. J., González-Flores L. M., Cruz-Rubio J. M., Rivera-López L. A., Rodríguez S., Nazareno M. A. y Gómez-Leyva J. F.** (2019). Resistance of cactus pear (*Opuntia ficus-indica*) against *Pseudocercospora opuntiae* through β -1,3-glucanase activity and polyphenolic compounds in cladodes. *Acta Hort.* 1247, 183-190 DOI: 10.17660 / ActaHortic.2019.1247.25 <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2019.1247.25>
- Quezada-Salinas A., Sandoval J. S., Alvarado D., Cárdenas E.** 2006. Etiología de la mancha negra del nopal (*Opuntia ficus-indica* Mili) en Tlalnepantla, Morelos, México. *Agrociencia* 40:641-653
- Quezada-Salinas A., Sandoval J. S., Alvarado D., y Moreno M.** 2013. Histopatología y patogénesis de *Pseudocercospora opuntiae* en nopal. *Revista mexicana de micología*, 38, 9-18. Disponible en línea: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S018731802013000200003&lng=es&tlng=es. Fecha de consulta: febrero de 2020.
- Rangel-Estrada S. E., Ramírez-Rojas S., Osuna-Canizales F.J.** 2013. Manejo del Picudo de Nopal, Cochinilla y Mancha negra en Morelos. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), México. En línea. <http://siafemor.inifap.gob.mx/anec/pdf/descargables/46/46.pdf>. Fecha de consulta: febrero de 2020.
- SAGARPA.** 2017. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). Planeación Agrícola Nacional 2017-2030, caña de azúcar mexicana. Primera edición, 2017.
- SIAP.** 2019. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). Cierre agrícola 2018. En línea: <https://www.gob.mx/siap/>. Fecha de consulta: enero de 2020.
- SICAFI.** Sistema de Información de Campañas Fitosanitarias. 2020. Manejo Fitosanitario del Nopal. En línea: <http://www.sicafi.gob.mx:81/SICAFI/>. Fecha de consulta: marzo de 2020.
- SINALAB-CNRF.** Sistema Nacional de Laboratorios sección Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria (SINALAB-CNRF) del SENASICA. En línea: <http://bi.senasica.gob.mx/qlikview/index.htm>. Fecha de consulta: abril de 2020.