



# Panorama Internacional de la Palomilla del nopal (*Cactoblastis cactorum*)



Septiembre, 2021

"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



# Análisis Estratégico de Riesgos Sanitarios



Evento	Tipo de Análisis	Nivel de riesgo
<b>Alerta Sanitaria</b>	Panorama Internacional de <b>Palomilla del nopal</b> ( <i>Cactoblastis cactorum</i> )	

Alto	3	6	9	I m p a c t o
Medio	2	4	6	
Bajo	1	2	3	
	Bajo	Medio	Alto	
	Probabilidad			

## Daños y dispersión

La palomilla del nopal (*Cactoblastis cactorum*) se encuentra de manera natural en el norte de Argentina, Uruguay, Paraguay y el sur de Brasil (Mann, 1969). *C. cactorum* fue introducido en Australia exitosamente como agente de control biológico de especies de *Opuntia* consideradas como invasoras en zonas agrícolas. Posteriormente, fue introducida a Sudáfrica e islas del Caribe, donde algunas especies del género *Opuntia* se consideraban invasoras; sin embargo a partir de la introducción deliberada del insecto en el Caribe, las poblaciones nativas de *O. triacantha* y *O. stricta* fueron severamente afectadas (McFadyen, 1985). Actualmente, la plaga está considerada como una seria amenaza para la gran diversidad de Opuntias, nativas o cultivadas en todo el mundo.

La palomilla del nopal tiene un amplio rango de hospedantes dentro del género *Opuntia* (Moran y Zimmerman, 1984). Las larvas causan daño al perforar y destruir los cladodios, alimentándose de partes leñosas y suculentas de las especies de *O. ficus-indica*. El daño causado permite la entrada de patógenos, que ocasionan la muerte del nopal (Starmer *et al.*, 1987). Asimismo, presenta gran habilidad para localizar plantas hospedantes en desarrollo que se encuentran de forma aislada. Cuando la densidad de plantas hospedantes es alta, las palomillas se dispersan muy poco; sin embargo, al escasear el alimento se dispersan a mayor distancia para ovipositar (Dodd, 1940).

El adulto de *C. cactorum* vuela cerca del suelo y su patrón de vuelo es errático. La distancia de dispersión más larga registrada para una hembra adulta fue de 24 kilómetros en Australia (Dodd, 1940). En otro estudio realizado en el mismo país, la población se dispersó entre 16 y 24 kilómetros, en dos años y medio (Dodd, 1940), y en Sudáfrica la población se desplazó entre 3 y 6 kilómetros en el mismo período de tiempo (Petty, 1948).

La dispersión natural de la plaga o accidental, ocasionó su presencia en todas las islas del Caribe, situación que permitió posiblemente su llegada a Florida, E.U.A. en 1989; a Isla Mujeres cerca de Cancún, México en el año 2006 y a isla Contoy, en mayo de 2007. Por lo que en el país se implementaron medidas fitosanitarias para su control, logrando su erradicación hasta el año 2009.

*C. cactorum*, representa una amenaza para las especies de *Opuntia* tanto nativas como cultivadas, las cuales son importantes para la agricultura de subsistencia y comercial, además de que tienen una importancia ecológica ya que pueden prevenir la desertificación y promover la reforestación en áreas áridas por su capacidad para sobrevivir a lluvias escasas o erráticas y altas temperaturas (OIEA, 2002). Existe la preocupación permanente de que *C. cactorum* invada las zonas

Plaga/  
Hospedantes



# Análisis Estratégico de Riesgos Sanitarios

desérticas del suroeste de E.U.A. y México, donde las especies de *Opuntias* estarían en riesgo (CABI, 2002).

## Hospedantes

Los principales hospedantes son las especies del Género *Opuntia* y *Cylindropuntia* de la familia Cactaceae. Las palomillas muestran preferencias para ovipositar, en la especie *Opuntia engelmannii* var. *Linguiformis*. En 2020, en Brasil reportaron a Pitahaya como hospedante de *C. cactorum* (Hoshino *et al.*, 2021) (Cuadro 1).

Cuadro 1. Hospedantes de *Cactoblastis cactorum*. Fuente: CONABIO, 2002; Hoshino *et al.*, 2021.

Familia	Nombre científico	Nombre común
Cactaceae	<i>Opuntia ficus-indica</i>	Nopal
	<i>Cylindropuntia</i> spp	Choyas
	<i>Cylindropuntia fulgida</i> (Engelmann) F. M. Knuth 1935	Choya
	<i>Cylindropuntia imbricata</i> (Haworth) F. M. Knuth 1935	Cardón
	<i>Opuntia pubescens</i> Salm-Dyck ex DC.	Tetencholete
	<i>Opuntia aciculata</i> (Griffiths 1916)	Nopal cuijo
	<i>Opuntia atrispina</i> (Griffiths 1910)	Nopal calvo
	<i>Opuntia aureispina</i> (S. Brack & K. D. Heil) Pinkava & B. D. Parfitt 1988)	Nopal de espinas doradas
	<i>Opuntia basilaris</i> (Engelmann & Bigelow 1856)	Nopal de castor
	<i>Opuntia chisosensis</i> ((M. Anthony) D. J. Ferguson 1986)	Nopal cuijo
	<i>Opuntia chlorotica</i> (Engelmann & Bigelow 1856)	Nopal verdoso
	<i>Opuntia cochenillifera</i> ((Linnaeus) P. Miller 1768)	Nopal de la cochinilla
	<i>Opuntia compressa</i> McBride 1922	Easter prickly pear cactus
	<i>Opuntia cymochila</i> (Engelmann & J. M. Bigelow 1856)	Nopal raizudo
	<i>Opuntia dillenii</i> ((Ker Gawler) Haworth 1819)	Nopal de caballo
	<i>Opuntia</i> spp.	Nopal, xoconostle
	<i>Opuntia engelmannii</i> (Salm-Dyck ex Engelmann 1850)	Nopal cuijo
	<i>Opuntia fragilis</i> ((Nuttall) Haworth 1819)	Nopal
	<i>Opuntia littoralis</i> ((Engelmann) Cockerell 1905)	Nopal del litoral
	<i>Opuntia macrocentra</i> (Engelmann 1857)	Nopal violáceo
	<i>Opuntia macrorhiza</i> (Engelmann 1850)	Nopal raizudo
	<i>Opuntia microdasys</i> ((Lehmann) Pfeiffer 1837)	Nopal cegador
	<i>Opuntia monacantha</i> (Haworth 1819)	Nopal
	<i>Opuntia oricola</i> (Philbrick 1964)	Nopal de montaña
	<i>Opuntia phaeacantha</i> (Engelmann 1849)	Nopal de Chihuahua
	<i>Opuntia polyacantha</i> (Haworth 1819)	Nopal peludito
	<i>Opuntia pusilla</i> ((Haworth) Haworth 1812)	Nopal camueso
	<i>Opuntia robusta</i> (H. L. Wendland 1835)	Nopal camueso
	<i>Opuntia rufida</i> (Engelmann 1857)	Nopal cegador
	<i>Opuntia spinulifera</i> (Salm-Dick 1834)	Nopal ardilla
	<i>Opuntia streptacantha</i> (Lemaire 1839)	Nopal cardón
	<i>Opuntia stricta</i> ((Haworth) Haworth 1812)	Nopal de caballo
	<i>Opuntia strigil</i> (Engelman 1857)	
<i>Opuntia tomentosa</i> (Salm-Dyck 1822)	Nopal chamacuelo	
<i>Opuntia grahamii</i>	Choya aglomerada	
<i>Opuntia tortispina</i>	Nopal raizudo	

# Análisis Estratégico de Riesgos Sanitarios

<i>Hylocereus spp</i>	Cactus
<i>Hylocereus undatus</i>	Pitahaya
<i>Hylocereus costaricens</i>	Pitaya de Costa Rica

## Distribución Mundial de la Palomilla del nopal

Cuadro 2. Distribución Mundial de la palomilla del nopal (*C. cactorum*). Fuente: CABI, 2020.

Continente	Países y Zonas
<b>África</b>	Mauricio, Santa Helena, Sudáfrica y Tanzania.
<b>América</b>	Antigua y Barbuda, Argentina, Bahamas, Brasil, Islas Caimán, Cuba, República Dominicana, Haití, Jamaica, Montserrat, Antillas Holandesas, Paraguay, Puerto Rico, San Cristóbal y Nieves, Trinidad y Tobago, Estados Unidos de América (Alabama, Florida, Georgia, Hawai, Luisiana, Carolina del Sur, Islas Vírgenes) y Uruguay.
<b>Oceanía</b>	Australia (Nueva Gales del Sur y Queensland) y Nueva Caledonia.

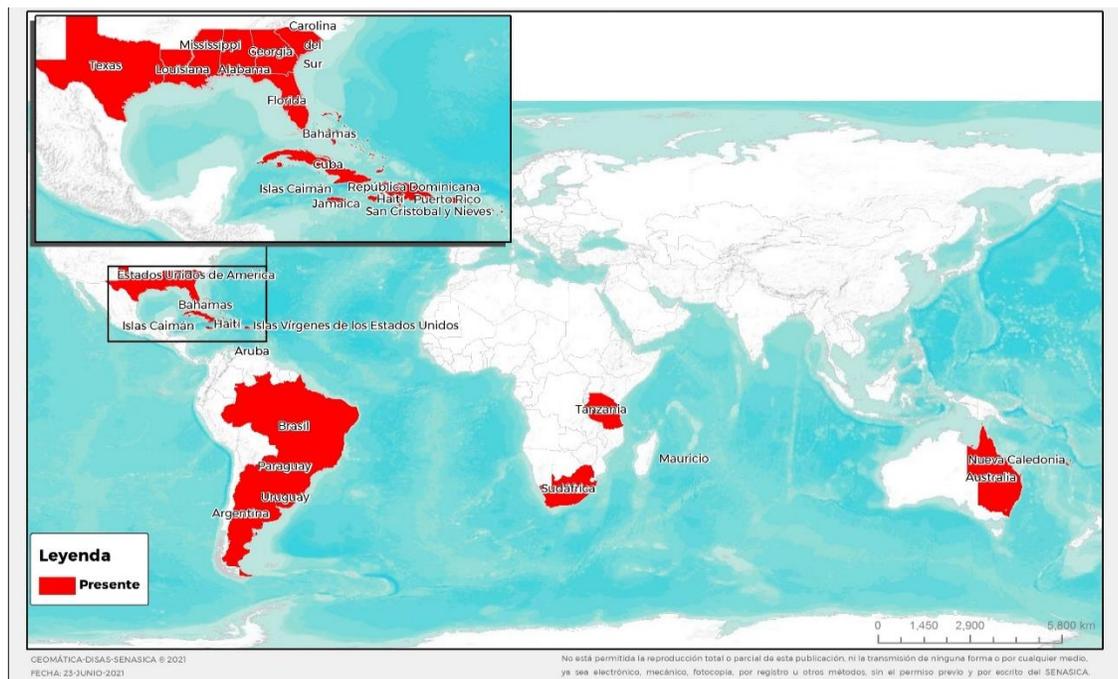


Figura 1. Distribución mundial de *C. cactorum*. Datos: CABI, 2020.

## Análisis espacio-temporal de *Cactoblastic cactorum*

**Situación Internacional:**

*C. cactorum* es nativa del sur de América, de los países de Argentina, Paraguay, Uruguay y Brasil. Se introdujo desde Argentina a Australia por una iniciativa de control biológico en 1925 contra varias especies invasoras de *Opuntias*, en 1926 se distribuyó un total de 30 a 40 millones de bastones de huevecillos en todo el territorio de la tuna en Queensland y Nueva Gales del Sur. En la década de 1930 se enviaron 112,600 bastones de huevecillos a Sudáfrica para su reproducción y en 1933 se realizó la primera liberación para el control en *O. ficus indica*. En 1957 se obtuvo un envío de *C. cactorum* de Sudáfrica al Caribe y las primeras liberaciones se realizaron en Nevis en 1957, posteriormente fue llevado a Antigua y Monserrat en

# Análisis Estratégico de Riesgos Sanitarios

1962. Se dispersó de forma natural en las cercanías a St. Kitts y se introdujo ilegalmente en las Islas Vírgenes de E.U.A.  
Se dispersó a Puerto Rico, donde se registró por primera vez en la Isla Desecheo en 1963. Posteriormente a Haití y República Dominicana, Jamaica y Cuba, el primer reporte en Cuba fue en 1980.

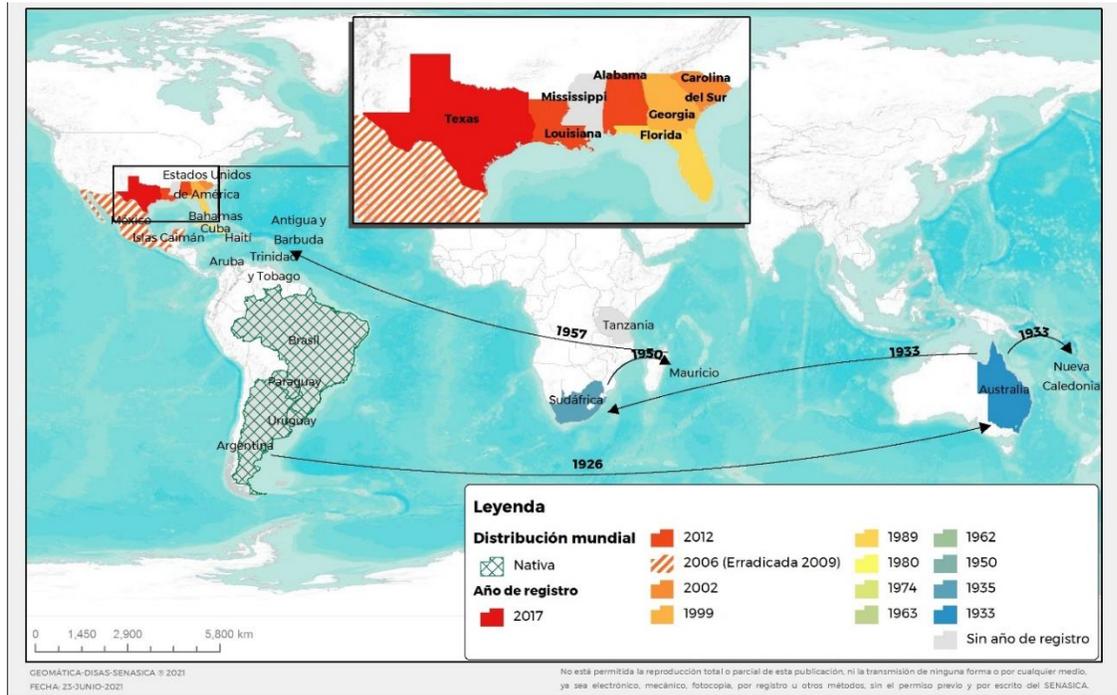
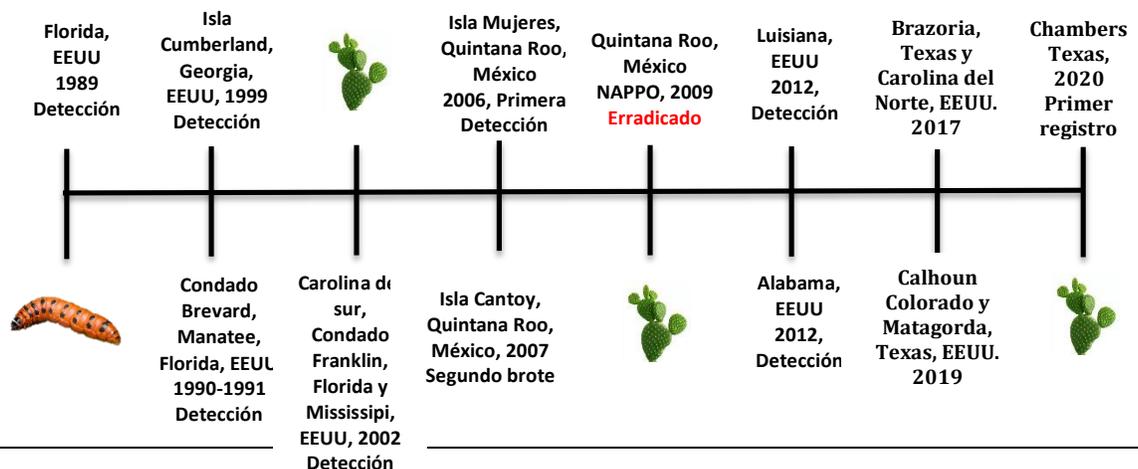


Figura 1. Cronología de la distribución mundial de *C. cactorum*. Datos: CABI, 2020; Zimmermann *et al*, 2006.

En Estados Unidos de América *Cactoblastis cactorum* fue detectada por primera vez en Florida en 1989 y sus poblaciones se han ido dispersando a lo largo de la costa del Atlántico y el Golfo de México (Zimmermann, *et al*, 2007). Llegó allí por dispersión natural o, muy probablemente, a través de un vivero de cactus infestado procedente de República Dominicana (Zimmermann y Pérez, 2006). En la Figura 2 se observa la cronología de detección la plaga en Norteamérica.





## Análisis Estratégico de Riesgos Sanitarios

Figura 2. Cronología de detecciones en E.U.A. y México de *C. cactorum*. Datos: USDA-APHIS, 2021 y CABI, 2020.

De acuerdo con Burleigh (2020), el pasado 13 de junio de 2020, el comisionado del Departamento de Agricultura de Texas de Estados Unidos de América, comentó a medios locales de prensa sobre el avistamiento de *C. cactorum* en zonas silvestres de los condados de Brazoria, Chambers, Colorado y Matagorda, por lo que, exhortaron a la población para notificar, ante el Programa de Calidad Vegetal del Departamento de Agricultura de Texas, casos de avistamiento de ejemplares sospechosos a la plaga.

**De acuerdo con el Centro Nacional de Información de Especies Invasoras del Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA, por sus siglas en inglés) la distribución actual de la plaga tiene presencia en los estados de Alabama, Florida, Georgia, Hawái, Luisiana, Mississippi y Carolina del Sur, en el caso de Mississippi no se tiene una notificación oficial de su presencia pero si está establecido como uno de los condados en cuarentena para restringir el movimiento interestatal de material hospedante de *C. cactorum*. Asimismo, el Instituto de Especies Invasoras de Texas y la Universidad de Austin, comunicaron en agosto de 2018, el hallazgo de ejemplares de la palomilla del nopal en el condado de Brazoria; mientras que en el año 2019 se encontraron ejemplares en los condados de Calhoun, Colorado y Matagorda; en 2020 se encontraron ejemplares en el condado de Chambers, Texas, sin embargo, hasta el momento no existe comunicado oficial por parte de USDA que reporten su presencia en Texas, pero se refleja en el mapa de distribución de *C. cactorum* del USDA-APHIS.**

En la figura 3 se observa las acciones de monitoreo de Estados Unidos conforme a datos del Centro Nacional de Información sobre Especies Invasoras del Departamento de Agricultura de USDA-APHIS de 2011 a 2013 y de 2017 a 2020, donde se observan 7 estados de E.U. con monitoreo de *C. cactorum* que son Alabama, Arizona, Florida, Louisiana, Texas, Carolina del norte y Nuevo México, los condados con presencia son Nassau y Duval en Florida; en el Condado de Brunswick, Carolina del Norte; en Brazoria, Matagorda, Chambers y Colorado en Texas. En Louisiana hay tres condados en erradicación los cuales son LaFourche, Terrebonne y Jefferson. Las detecciones de Texas están entre 400 a 600 km aproximadamente de México.

## Análisis Estratégico de Riesgos Sanitarios

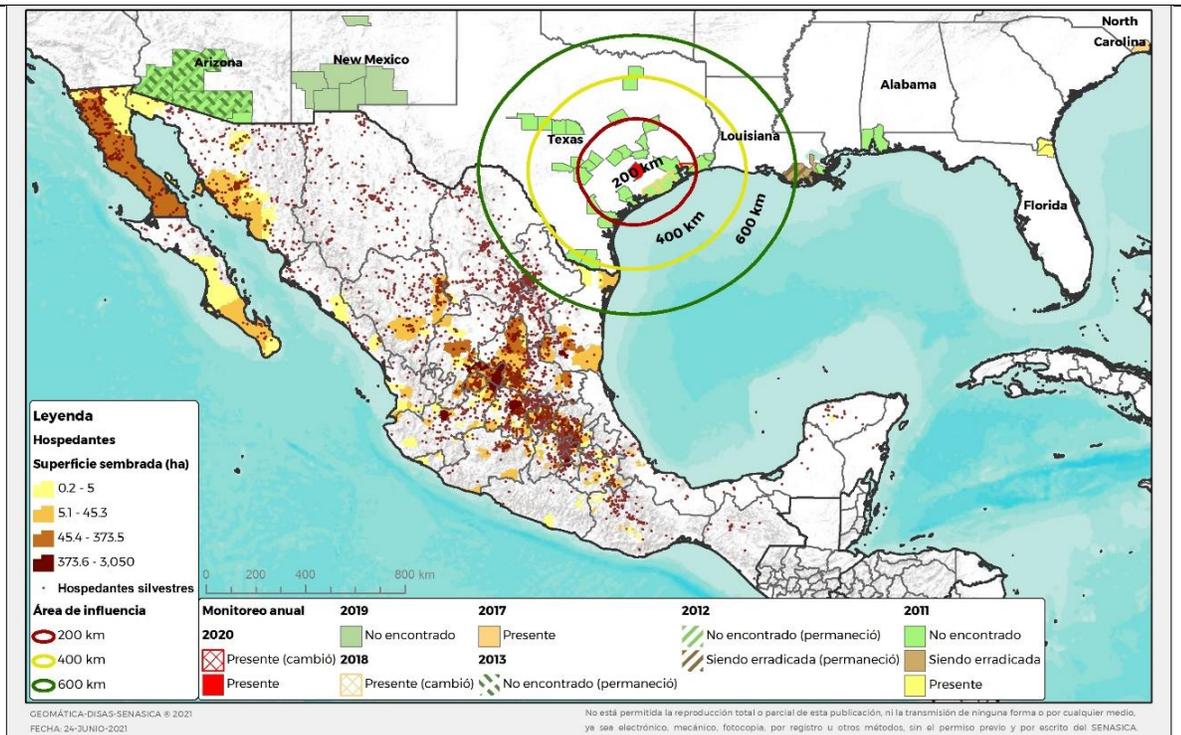


Figura 3. Cronología del monitoreo de *C. cactorum* y detecciones en E.U.A. del 2011-2013 a 2017-2020. Datos: USDA-APHIS, 2021.

En México las especies del género *Opuntia*, por amplia diversidad genética existente son de gran importancia y tienen un amplio uso en la alimentación (Reyes Agüero *et al.*, 2005), donde las principales especies cultivadas son: *O. ficus-indica*, *O. xoconoxtle*, *O. megacantha*, *O. streptacantha*, *O. robusta*, *O. leucotricha*, *O. hyptiacantha* y *O. chaveña*, mismas que se desarrollan en zonas áridas y semiáridas. En el Cuadro 3 se enlistan los hospedantes de importancia económica que podrían ser afectados por la palomilla del nopal (*C. cactorum*) en México.

Cuadro 3. Hospedantes de *C. cactorum* en México. Datos: SIAP, 2020.

Cultivo	Sup. sembrada (ha)	Volumen de producción (ton)	Valor de producción (\$)
Nopalitos	12,618.30	862,732.69	2,124,584,626.77
Tuna	45,140.04	471,427.35	1,594,993,312.93
<b>Total</b>	<b>57,758.34</b>	<b>1,334,160.04</b>	<b>3,719,577,939.70</b>

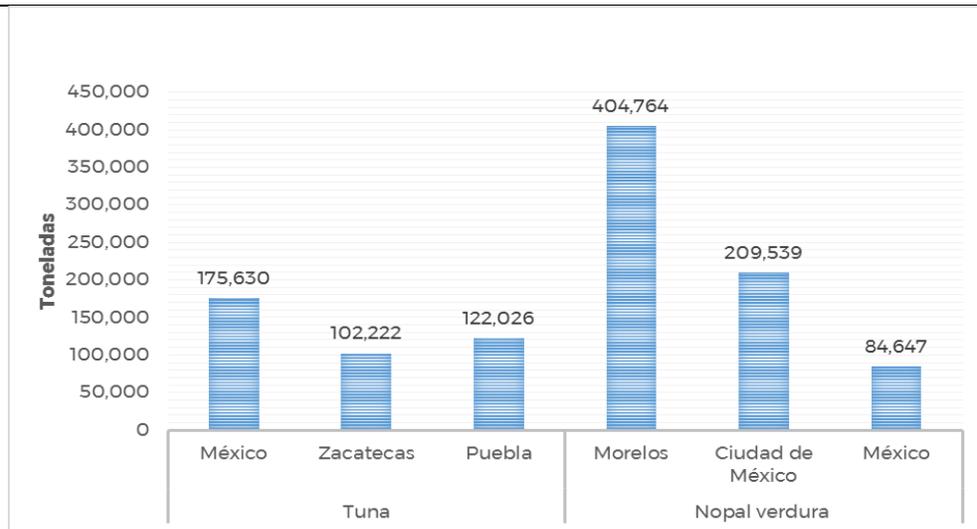
Considerando la información del cuadro anterior, **los estados con mayor vulnerabilidad por la producción de nopal verdura son: Morelos, Ciudad de México y Estado de México; en producción de tuna, el Estado de México, Zacatecas y Puebla** (Gráfica 1), con un volumen de producción total de 1 millón 334 mil toneladas de este cultivo en sus diferentes modalidades.

Gráfica 1. Principales Estados productores de hospedantes potenciales de *C. cactorum*. Datos: SIAP, 2020.



## Análisis Estratégico de Riesgos Sanitarios

Acciones:



Bajo este escenario, **de ingresar la plaga a territorio nacional, se pondrían en riesgo 57 mil 758 hectáreas de nopal con un valor de producción de más de 3 mil 719 millones de pesos; afectando principalmente a productores de los estados de Morelos, Estado de México, Ciudad de México, Puebla, Zacatecas, Jalisco, Guanajuato, Michoacán, Aguascalientes e Hidalgo** conforme a datos de SIAP, 2020 (Cuadro 4).

Cuadro 4. Probable impacto económico de hospedantes de *C. cactorum* por entidad federativa (SIAP, 2020).

Estado	Superficie Sembrada (ha)	Volumen de producción (ton)	Valor de producción (\$)
Morelos	4,222.00	404,764.00	672,345,464.80
Estado de México	16,910.20	260,276.69	684,719,653.48
Ciudad de México	2,282.00	209,539.00	605,440,367.41
Puebla	5,940.61	153,795.32	680,063,861.45
Zacatecas	11,909.50	114,140.91	273,658,018.74
Jalisco	2,756.00	35,673.21	238,973,463.04
Guanajuato	2,083.41	29,594.46	131,600,182.82
Michoacán	772.10	28,672.30	102,417,730.52
Aguascalientes	718.60	22,555.02	62,423,650.41
Hidalgo	4,114.05	20,749.64	84,755,289.25
San Luis Potosí	3,202.50	19,592.15	49,939,556.70
Tamaulipas	1,554.53	13,369.26	49,796,489.42
Baja California	318.50	9,663.97	23,546,790.80

## Análisis Estratégico de Riesgos Sanitarios

Durango	54.25	2,475.76	13,352,485.10
Querétaro	325.00	2,303.67	11,736,861.48
Oaxaca	248.30	2,089.04	14,626,814.68
Sonora	97.00	1,856.30	7,543,620.19
Veracruz	51.00	696.86	3,020,204.95
Baja California Sur	72.00	581.64	1,686,540.82
Nayarit	61.94	530.57	2,446,229.30
Colima	16.80	434.46	1,363,290.10
Tlaxcala	25.00	282.56	1,366,406.97
Guerrero	12.55	188.35	994,813.96
Nuevo León	4.00	154.40	803,238.21
Coahuila	2.00	99.00	509,099.58
Sinaloa	2.50	42.20	211,021.62
Yucatán	2.00	39.30	236,793.90
<b>Total</b>	<b>57,758.34</b>	<b>1,334,160.04</b>	<b>3,719,577,939.70</b>

Además de las especies cultivadas se verían afectadas más de 25 especies nativas hospedantes de la plaga en México (Figura 3).

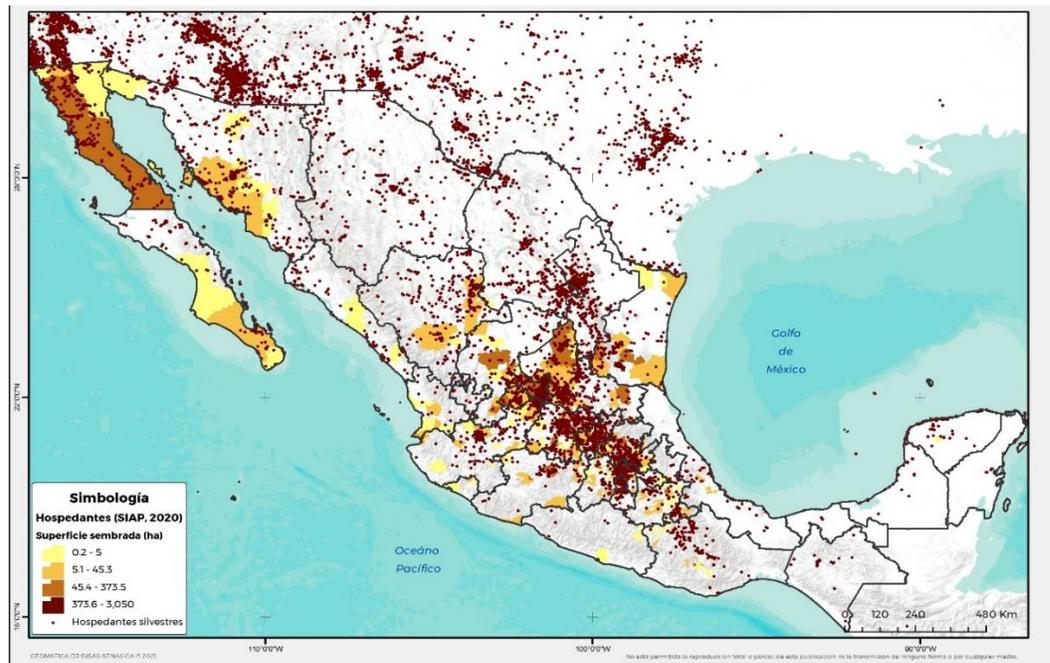


Figura 3. Distribución de hospedantes cultivadas y silvestres de *C. cactorum*. Datos: SIAP, 2020 y CONABIO, 2002.

**Análisis del probable ingreso y dispersión a territorio nacional.**

## Análisis Estratégico de Riesgos Sanitarios

Conforme a los avistamientos de la palomilla del nopal (*C. cactorum*) en zonas silvestres de los condados de Brazoria, Chambers, Colorado y Matagorda en Texas, los cuales se localizan aproximadamente a 400 km de la frontera con Tamaulipas; 400 km con Nuevo León y a 500 km con Coahuila (Figura 5).

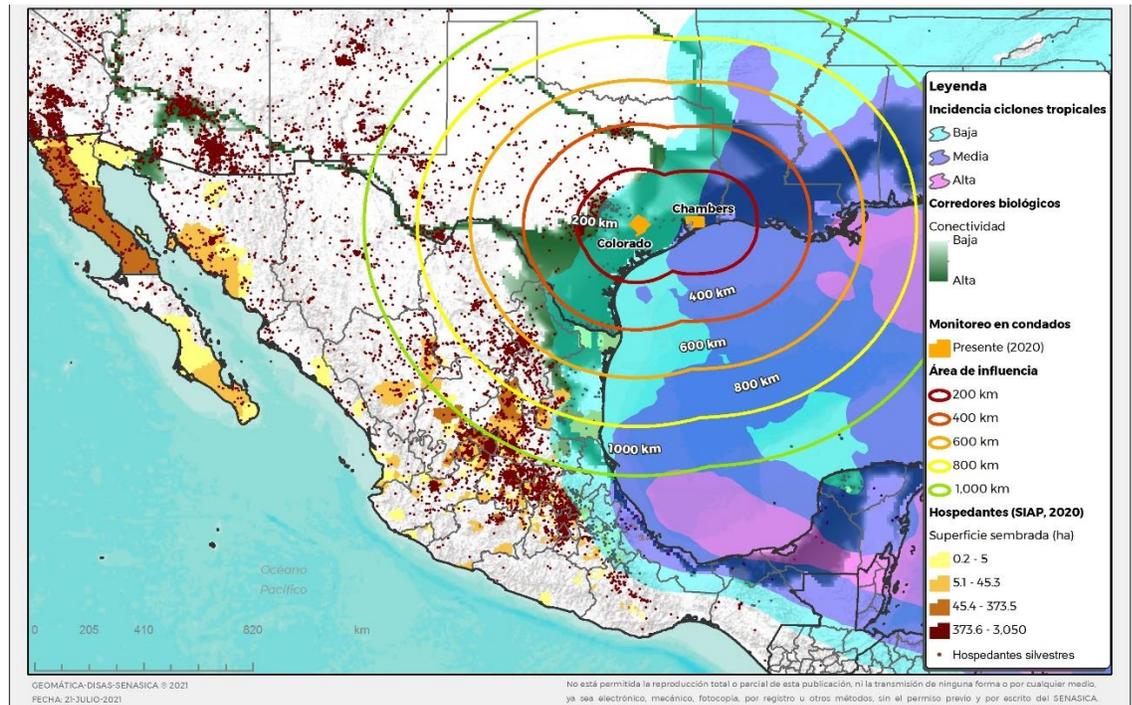


Figura 5. Proximidad de detecciones de *C. cactorum* en E.U.A. a la frontera con México y rutas de dispersión. Datos: SIAP, 2020; CONABIO, 2002; USDA-APHIS, 2021; CABI, 2020.

**Existe alto riesgo de introducción de la plaga derivado a la cercanía geográfica, aunado al flujo comercial existente y constante entre el estado de Texas, E.U.A. y los estados de Tamaulipas, Nuevo León, Coahuila y Chihuahua**, a través de los puntos fronterizos en Ciudad Miguel Alemán, Reynosa, Matamoros y Nuevo Laredo, Tamaulipas; Nuevo León; Ciudad Acuña y Piedras Negras, Coahuila; así como Ojinaga y Ciudad Juárez, Chihuahua. Este escenario podría tener efectos devastadores en el paisaje y la biodiversidad de ecosistemas desérticos nativos, ya que México es el país con mayor diversidad de cactáceas pues cubre tres millones de hectáreas de superficie, cuenta con 850 especies (Arias-Montes, 1993), además de que representa un alto grado endémico en el país, con cerca del 73% a nivel de género y 78% a nivel de especies (Durán-García *et al.*, 2010). Además de su importancia en la industria agrícola y pecuaria como producto forrajero.

Por otro lado, cuando la densidad de hospedantes es baja, la palomilla del nopal se desplaza de 50 a 75 km por año de manera natural.

La palomilla se dispersa en tres periodos hacia la masa continental de E.U.A. El primero a mediados de febrero y finales de mayo, el segundo a mediados de junio y finales de agosto y el último desde inicios de septiembre hasta finales de



## Análisis Estratégico de Riesgos Sanitarios

noviembre. Los meses en que la palomilla no se desplaza grandes distancias son diciembre y enero (Hight y Carpenter, 2009).

Otra importante forma de dispersión es por la influencia de vientos fuertes, Soberón *et al.*, (2001), mencionan que de acuerdo con datos bioclimáticos, la ruta más probable de invasión de *C. cactorum* a México, es desde el estado de Florida hacia los estados ubicados sobre las costas, en Texas por ejemplo y de allí a los estados del Norte de México. Los condados con detección en Texas se encuentra a una distancia de 400 km con México, por donde podría introducirse *C. cactorum*. Adicionalmente, puede darse también la dispersión por eventos climáticos procedentes de Cuba, Haití y la República Dominicana, los cuales se localizan aproximadamente a 400 km del estado de Yucatán (Figura 5); Asimismo, la incidencia de ciclones tropicales en el Sureste es de Media a Muy alta; por lo que representa un alto riesgo de introducción por esta ruta (Figura 5).

A la fecha, la introducción de *C. cactorum* a Florida es desconocida; sin embargo, Habeck y Bennett (1990) y Johnson y Stiling (1996), mencionan que fue por dispersión natural, a través del Caribe durante la temporada de huracanes de verano (junio-noviembre).

Ante el escenario anterior, y para fortalecer los elementos en el riesgo de introducción de la plaga, se realizó el modelado de corredores biológicos para *C. cactorum* considerando la definición de núcleos y condiciones ambientales de resistencia. Para la definición de los núcleos se delimitaron las zonas con presencia de la plaga en Estados Unidos de América y las zonas con mayor densidad de hospedantes comerciales y silvestres en México. Posteriormente, **se definieron cuatro condiciones ambientales de resistencia en Estados Unidos de América y México para diseñar los corredores biológicos: densidad de hospedantes, altitud, dirección del viento y velocidad del viento para los meses de octubre y noviembre**, finalmente se clasificaron las capas para el cálculo de los corredores biológicos (Cuadro 6).

Cuadro 6. Variables de resistencia para corredores biológicos y condiciones óptimas. Datos: SENASICA, 2019.

Variable de resistencia	Condición óptima para la plaga
Altitud	Entre 0 a 500 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m)
Dirección del viento	Dirección del viento principalmente de este a oeste.
Velocidad del viento	Intensidad del viento mayor a 1.5 m/s <sup>-1</sup> .
Hospedantes	Zonas con mayor densidad de hospedantes silvestres y comerciales en México.

Los resultados indican que existen corredores biológicos desde Texas hasta la región norte de los estados de Tamaulipas y Nuevo León principalmente, los cuales se extienden hacia el norte del estado de Veracruz. Este corredor de la región norte del país se extiende por la frontera entre Estados Unidos de América y los estados de Coahuila, Chihuahua y Sonora, en donde se identifican dos

## Análisis Estratégico de Riesgos Sanitarios

municipios con condiciones óptimas en la zona de la Reserva de la Biósfera El Pinacate y Gran Desierto del Altar.

**En el escenario de la frontera sur de México, se observa también una zona de corredores biológicos en la península de Yucatán, principalmente en la región costera del estado de Quintana Roo, Yucatán, Campeche y Tabasco. Este corredor biológico queda definido por la posible dispersión de la plaga desde Cuba principalmente.**

En total se tiene que los corredores biológicos en México atraviesan el territorio de 56 municipios del estado de Tamaulipas, 18 municipios del estado de Nuevo León, 7 municipios del estado de Coahuila, 5 municipios del estado de Veracruz y 2 municipios del estado de San Luis Potosí en la **región norte**. Mientras que en la **región sur** del país son 91 municipios de Yucatán, 16 de Tabasco, 11 de Campeche, 7 de Chiapas y 7 de Quintana Roo (Figura 6).

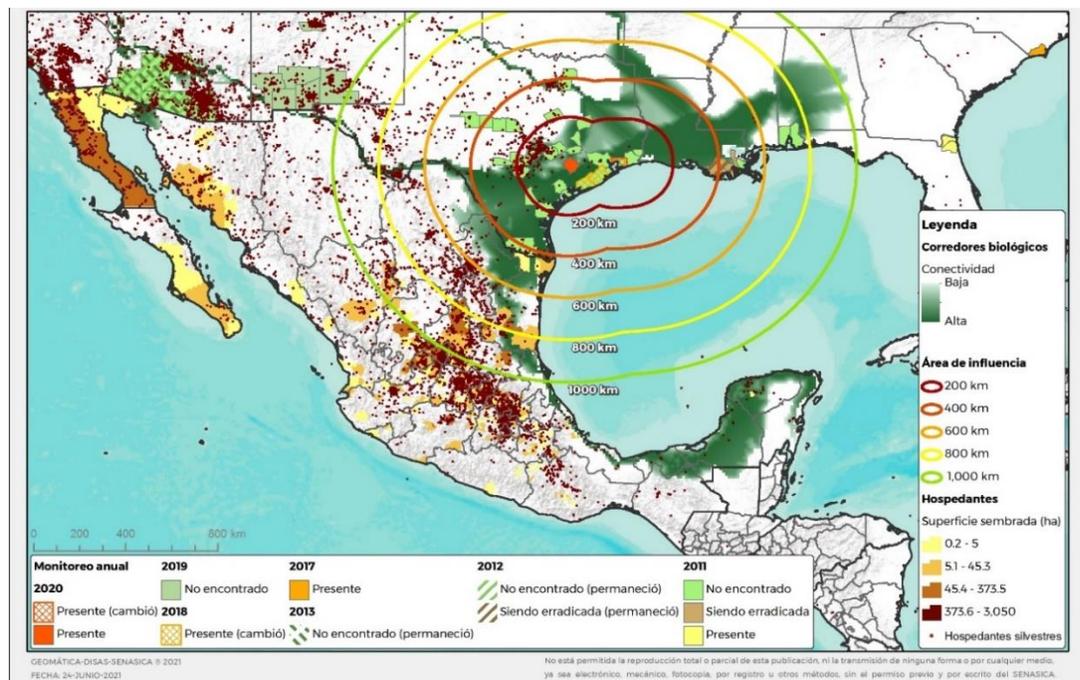


Figura 6. Monitoreo anual de *C. cactorum* en E.U.A. del 2011 al 2020 y corredores biológicos en México y Estados Unidos de América. Datos: SIAP, 2020; APHIS-USDA, 2008 y CONABIO, 2002.

### Análisis del probable establecimiento de la palomilla del nopal en caso de su introducción

Las condiciones climáticas a lo largo del territorio nacional favorecen el establecimiento de *C. cactorum* y de acuerdo con los requerimientos térmicos, con una temperatura base de 13.3°C y una máxima de 34°C a 1,387 unidades calor acumuladas (Legaspi y Legaspi, 2007). Además, se puede desarrollar en sitios con altas temperaturas, ya que su temperatura óptima es de 30°C. Esta plaga completa su ciclo en 90 días aproximadamente. **Cabe resaltar que la palomilla del nopal podría llegar a completar hasta 3 generaciones al año en las zonas ubicadas en las costas oriental y occidental del país y en la Península de**

## Análisis Estratégico de Riesgos Sanitarios

**Yucatán (Figura 7)** con una probabilidad de establecimiento alta debido a la similitud climática con el hábitat natural (Soberon *et al.*, 2001).

Por otro lado, en el centro, sur, norte y noroeste del territorio nacional, principalmente en Baja California Sur, Sonora, Coahuila, norte de Nuevo León, oeste de Tamaulipas, este de Chihuahua, oeste de Durango, centro de Jalisco, centro y sur de Oaxaca, centro de Chiapas, centro de San Luis Potosí, este de Guerrero, y pequeñas porciones de Nayarit, Zacatecas, Michoacán, estado de México, Puebla, Hidalgo, Guanajuato, Veracruz y Campeche, existen las condiciones favorables para su establecimiento, donde **en caso de una introducción y establecimiento, la plaga completaría 2 generaciones al año.**

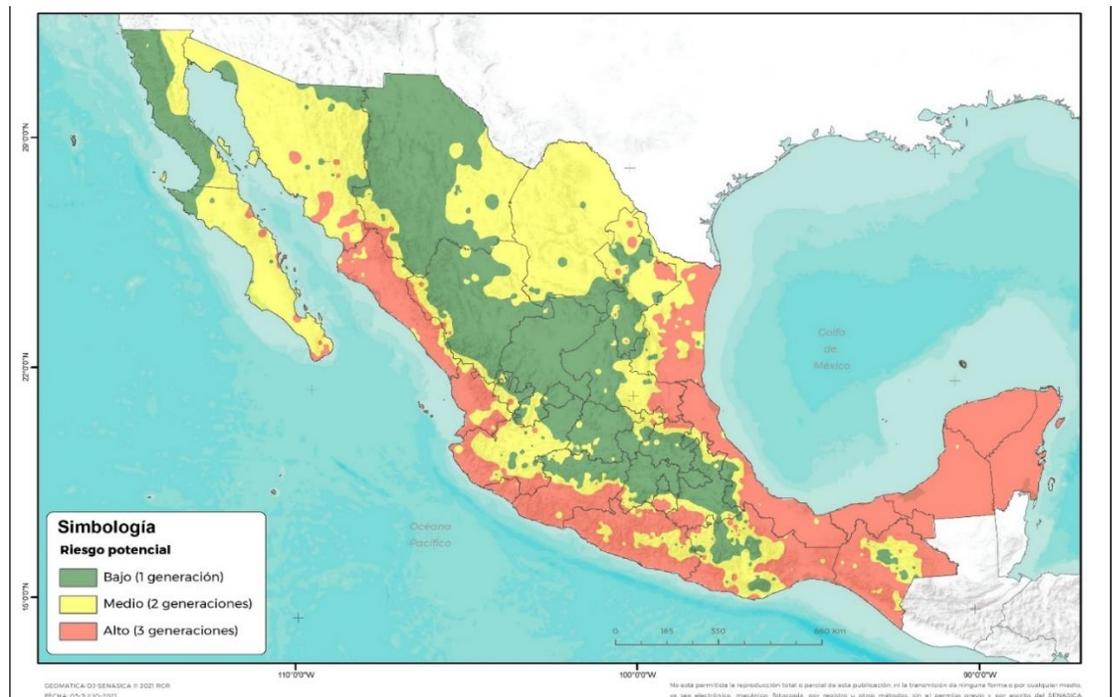


Figura 7. Riesgo potencial y número de generaciones de *C. cactorum* en México. Datos: SIAP, 2020; Legaspi y Legaspi, 2007; Soberon *et al.*, 2001.

Finalmente se identifican zonas con condiciones óptimas para que la plaga pueda desarrollar una generación en los estados de Baja California, Baja California Sur, Sonora, Chihuahua, Durango, Zacatecas, Guanajuato, Aguascalientes, San Luis Potosí, Jalisco, Michoacán, Querétaro, Estado de México, Ciudad de México, Tlaxcala, Hidalgo, Puebla, Oaxaca, Chiapas y pequeñas zonas de Tamaulipas y Coahuila (Figura 7 y Cuadro 7).

Cuadro 7. Superficie sembrada de hospedante que se vería afectada por el potencial de desarrollo de la plaga en caso de introducirse.

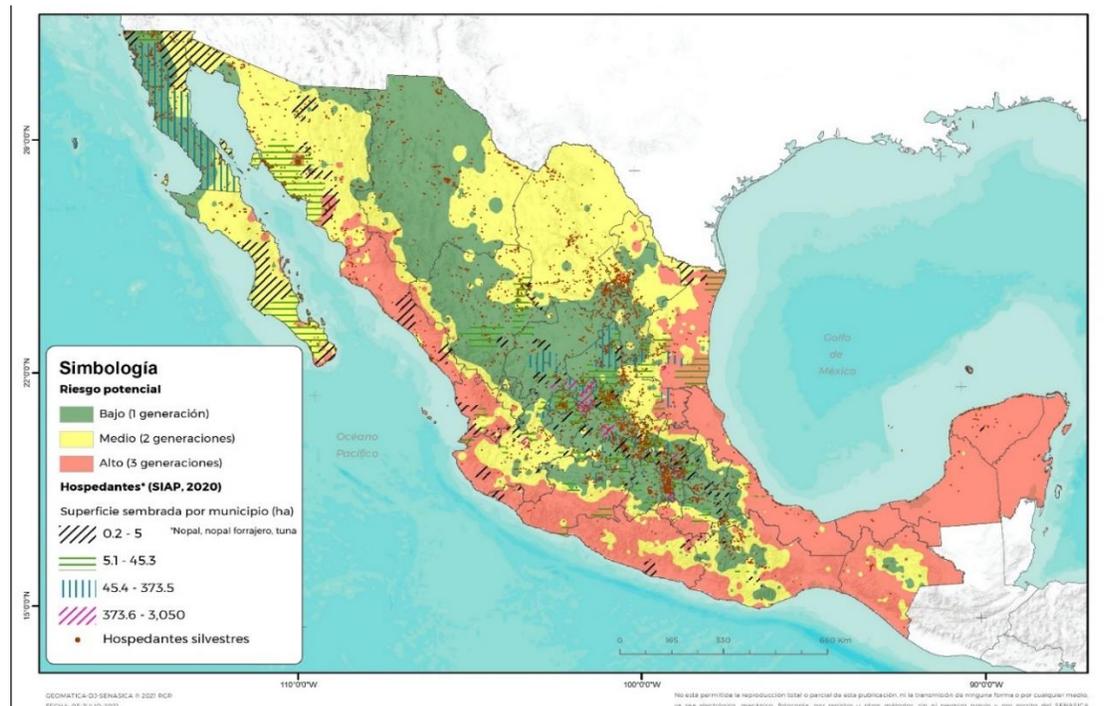
Potencial de desarrollo	Superficie sembrada (Km <sup>2</sup> )
Baja (1 generación)	806,245
Media (2 generaciones)	891,128

## Análisis Estratégico de Riesgos Sanitarios

Alta (3 generaciones)

683,266

Por otro lado, se realizó un análisis para relacionar las hectáreas afectadas en los municipios con hospedantes (nopal, nopal forrajero y tuna) de palomilla del nopal. En la figura 8 se observa que de los 64 municipios con zonas de nivel de riesgo “Alto”, solo 28 municipios tienen de 0.2 a 5 ha de superficie sembrada, mientras que en zonas de 31 municipios ubicadas en Sonora, Baja California Sur, Jalisco, Michoacán, Puebla, Tamaulipas, San Luis Potosí cuentan con 5.1 a 45.3 ha, cabe destacar que en 5 municipios que se visualizan en el centro de Tamaulipas y los del Sureste de San Luis Potosí tienen de 45.4 a 373.5 ha; las zonas de nivel de riesgo “Medio” se visualiza en 141 municipios de los cuales 53 tienen de 0.2 a 5 ha en los estados de Baja California, Sonora, Baja California Sur, Sinaloa, Jalisco, Querétaro y Tamaulipas, en zonas de 23 municipios ubicadas en el norte de Jalisco cuentan con 373.6 a 3,050 ha, y los 65 restantes tienen de 5.1 a 45.3; finalmente, las zonas con un nivel de riesgo “Bajo” se distribuyen en 241 municipios en los cuales se dispersan todos los niveles de superficie sembrada, es decir, desde 0.2 a 3,050 ha. Finalmente, los hospedantes silvestres se distribuyen en todo el país, concentrándose principalmente en el centro de México.



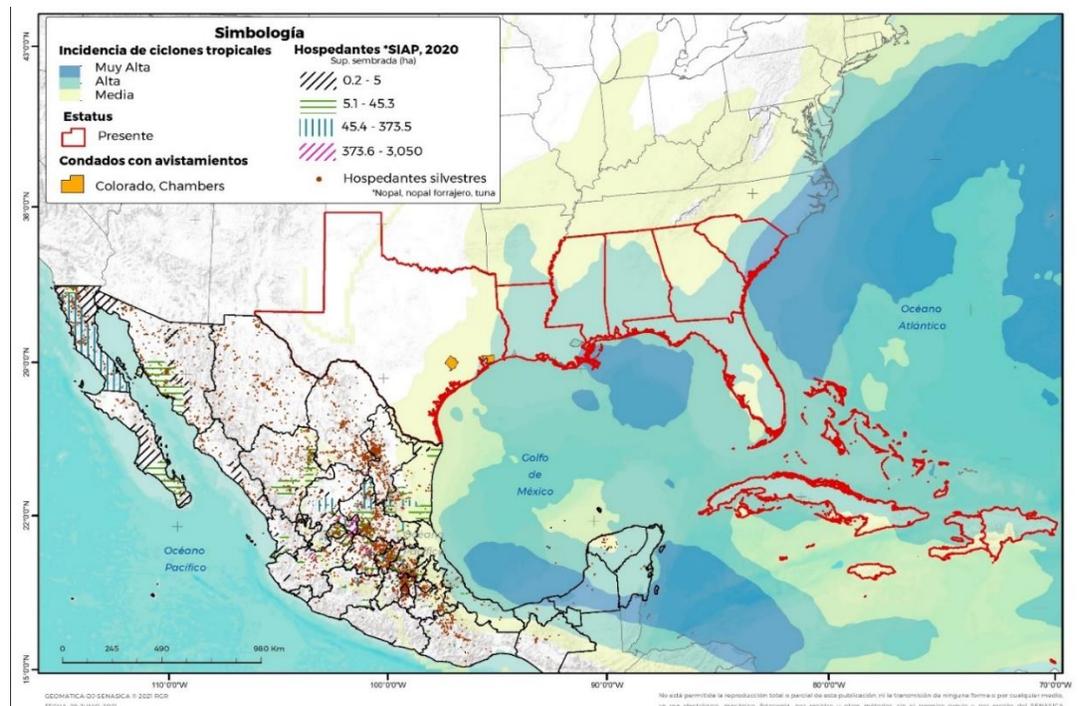
**Figura 8. Riesgo potencial y número de generaciones de *C. cactorum* con base en variables climatológicas y municipios con hospedantes. Datos: SIAP, 2020; Legaspi y Legaspi, 2007; Soberon *et al.*, 2001.**

**Análisis de ciclones tropicales en el océano Atlántico y dirección del viento en México**

## Análisis Estratégico de Riesgos Sanitarios

Considerando la información emitida por el NHC (National Hurricane Center, 2021) respecto a la trayectoria de los ciclones tropicales en el océano Atlántico, se realizó un análisis histórico que comprende del 2008 al 2020, para observar la incidencia de los ciclones en México, así como la dirección del viento en el mismo período, que explicara la dispersión de la palomilla del nopal.

En la Figura 9 se puede observar que la incidencia de ciclones tropicales en el océano Atlántico es “Muy alta” en una porción de la costa oriental de Estados Unidos, centro y sur de Campeche, norte de Tabasco y el sur de Quintana Roo, sin embargo, se aprecia más en las zonas de corteza oceánica, ya que el impacto en la corteza continental dependerá de la velocidad con la que los ciclones se desplacen hacia el continente, en donde después de tocar tierra pierden fuerza y se desintegran; la incidencia “Alta” se visualiza en porciones de la costa oriental y en la mayor parte de Florida, Luisiana, Mississippi, Alabama, este de Texas, sur de Georgia, centro de Carolina del Norte, Quintana Roo (a excepción del sur), Tabasco (exceptuando el norte), sur, sureste y norte de Campeche, Yucatán (a excepción del noroeste) y la mayor parte de Veracruz, además de casi la totalidad del Caribe, finalmente la incidencia “Media” predominó en el sureste y este de Estados Unidos, regiones de Tamaulipas, sureste de San Luis Potosí, este de Hidalgo, Tlaxcala, porciones de Veracruz, Oaxaca, Puebla, Chiapas y Nuevo León. Cabe mencionar que la incidencia “Media” se presentó más en la corteza terrestre. Por otro lado, en Colorado se aprecia la incidencia “Media” mientras que en Chambers es “Alta”.



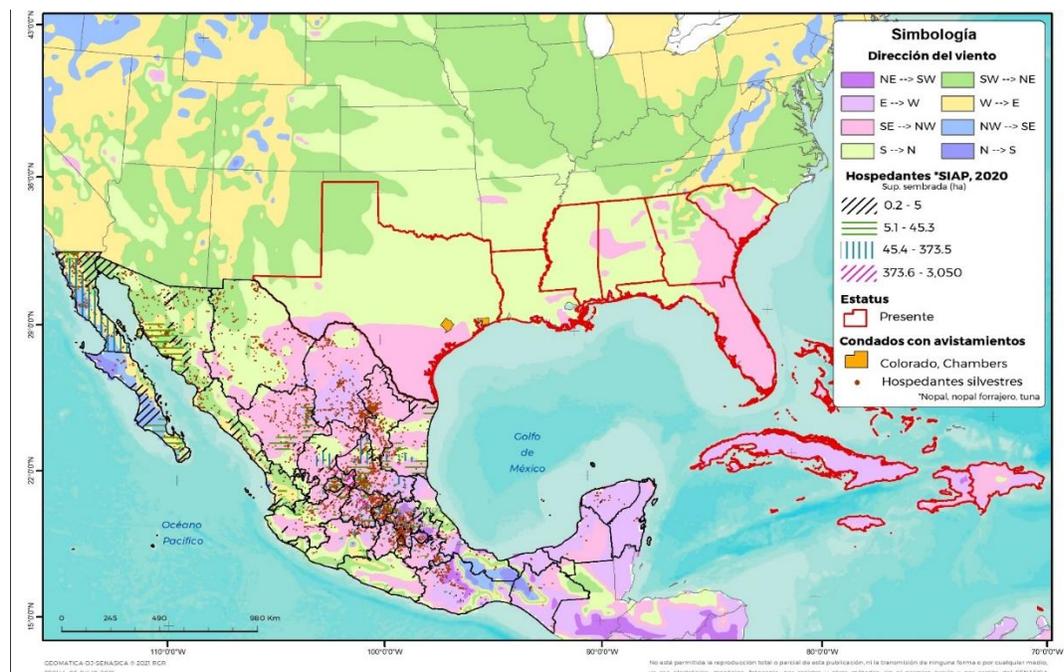
**Figura 9. Incidencia de los ciclones tropicales en el Golfo de México y Océano Atlántico (2008-2018). Datos: National Hurricane Center, 2021.**

Otra variable analizada fue el viento, ya que es un factor importante debido a que puede favorecer la dispersión de la palomilla del nopal. En este análisis se realizó

## Análisis Estratégico de Riesgos Sanitarios

un promedio de los meses de mayo a noviembre del período de años ya mencionado, sin embargo, se sugiere que debería considerarse un mes en específico en donde se hayan observado mayores detecciones de la plaga, ya que cada mes tiene diferentes características, tanto en dirección como en la velocidad del viento.

En la Figura 10 se observa que en el período de análisis hubo presencia de todas las direcciones del viento, siendo muy dispersas en el territorio nacional. No obstante, la dirección del viento del sureste predominó en la mayor parte del centro, noreste, y parte de las regiones sur y sureste del país, además del sur y sureste de Estados Unidos y la mayor parte de la Republica Dominicana; los vientos con dirección este se observaron en el sur, sureste, centro oriental y norte de México, además de la mayor parte del Caribe; los del noreste se presentaron únicamente en porciones de Hidalgo, Tlaxcala, Puebla, Oaxaca, Chiapas, Veracruz y Tabasco; los vientos de dirección sur en el noroeste, noreste, regiones del altiplano y la costa occidental del país, y el sur y sureste de Estados Unidos. Los vientos del oeste, y suroeste se observaron en la costa occidental, noroeste y porciones de la costa oriental de México, también en el suroeste y este de Estados Unidos. Por último, los vientos con dirección noroeste solo se observan en el suroeste de Veracruz, norte de Oaxaca, y la costa oeste de la Península de Baja California, además del centro de California. Es importante monitorear la dirección del viento de los estados con presencia de hospedantes (Nopal y tuna) que son cercanos a los países con presencia de esta plaga o con avistamientos; un ejemplo es Tamaulipas ya que colinda con Texas; en Tamaulipas se visualizan vientos del sur y predominan vientos del sureste, y asimismo, en el sur de Texas se observan vientos del sureste, vientos del suroeste en el noroeste y predominan en casi todo el estado vientos de dirección sur, mientras que en los condados con avistamientos predomina el viento del suroeste.





# Análisis Estratégico de Riesgos Sanitarios

**Figura 10. . Dirección de los vientos de mayo-noviembre para el período 2008-2020. Datos: Climate Data Store, 2021.**

## Impacto económico a nivel mundial

*C. cactorum*, representa una amenaza para especies de opuntias nativas y para la industria agrícola, por lo que existe una gran preocupación por la posible propagación hacia el oeste de los Estados Unidos y norte de México, donde podría amenazar a más de 80 especies nativas de *Opuntia* y los recursos económicos que proporcionan alimentos, medicamentos y forraje (Simonson *et al.*, 2005).

Investigaciones realizados en 2001 y 2004 mostraron el valor agrícola del nopal en los Estados Unidos, principalmente en Arizona y California, con más de \$ 31 millones de dólares por año. Del mismo modo, un estudio de 2002 calculó el valor del cultivo en México en más de \$ 50 millones dólares por año. En Florida, la palomilla del nopal ha causado un daño considerable a seis especies de nopales vulnerables (Garrett, 2004), tres de los cuales están clasificadas por el estado como en peligro o amenazadas. En otros lugares, el 75% de las plantas de nopal han sido atacadas por esta plaga (Johnson y Stiling 1998, Baker y Stiling 2009).

Las consecuencias económicas por la pérdida de Opuntias, se reflejarían más en México, donde el nopal proporciona alimento a las personas y al ganado. Habría menores pérdidas económicas potenciales en los E.U.A., las pérdidas principalmente incluyen ingresos reducidos por ecoturismo al perder biodiversidad en Opuntias.

En 2006 se implementó un programa cooperativo estadounidense-mexicano (Floyd, 2006), coordinado a través de un acuerdo entre SAGARPA / USDA e implementado por la Organización de Protección Fitosanitaria de América del Norte (NAPPO). En el cual México proporcionó fondos (al menos \$ 1.4 millones de dólares durante varios años) y personal para apoyar los esfuerzos dentro de los E.U.A., con el objetivo de monitorear y reprimir a las poblaciones de palomilla del nopal. A medida que su presupuesto disminuyó después de 2010, APHIS detuvo su programa de gestión regional en los Estados Unidos (Mengoni Gonfalons *et al.*, 2014) y se enfocó a un programa de biocontrol, prohibiendo el movimiento de plantas provenientes de viveros ubicados en condados infestados.

En el siguiente cuadro se enlista los principales países productores de nopal, siendo México el que ocupa la mayor superficie de hectáreas sembradas con propósitos agrícolas.

**Cuadro 8.** Principales países productor de nopal (Tuna, Nopal Forrajero y Nopal Verdura)

Tuna		Nopal Forrajero		Nopal verdura				
(hectáreas)								
1	México	45,140	1	Brasil	500,000	1	México	12,618
2	Italia	2,500	2	Sudáfrica	350,000	2	E.U.A.	100
3	Sudáfrica	1,500	3	Túnez	75,000	3	Chile	934
4	Chile	1,000						
5	Colombia	300						

Impacto económico



## Análisis Estratégico de Riesgos Sanitarios

6	Israel	300
7	E.U.A.	200

Fuente: Elaborado con documento de la FAO, 2018 y SIAP, 2020.

Otro producto derivado del nopal con importancia mundial, es la grana cochinilla, siendo los principales productores: Perú, Bolivia, Chile, España (Islas Canarias), Sudáfrica, Argentina y México.

### Impacto económico en México

La palomilla del nopal (*Cactoblastis cactorum*) es una plaga erradicada en México, que de reemerger implica un peligro, por el hecho de que el país alberga la mayor diversidad de especies de Opuntia en el mundo, principal hospedero. Además, estas representan una parte significativa de la economía agrícola nacional, por ello, el potencial riesgo de incursión, sugiere una amenaza factible e importante, que puede causar pérdidas económicas en cultivos hospederos como el nopal (tuna y nopalitos o nopal verdura) cultivo altamente apreciado por su valor económico, ecológico, social y cultural; el cual, no solo sirve para alimento de miles de mexicanos, sino que también es utilizado como alimento de ganado y para la industria, en la cura de varias enfermedades, así como en la elaboración de cosméticos. (Soberón *et al.*, 2001).

En el siguiente cuadro se cuantifican los riesgos y pérdidas económicas, sociales y ecológicas ante una probable incursión de la palomilla del nopal a México, con base al ciclo agrícola 2020.

Cuadro 9. Cuantificación de riesgos y pérdidas de introducirse la palomilla del nopal en México

Afectaciones	
Concepto	Cantidad
Volumen de producción de nopal y tuna 2020 (ton)	1,334, 160
Valor de la producción 2020 (MDP)	3,719
Exportaciones de nopal verdura y tuna 2018 (MDD)	19
Afectación a padrón de productores de nopal (personas)	50,000
Empleos generados por jornales en la cosecha (personas)	3,822,500
Afectación territorial (estados)	27
Inversión del productor	
Establecimiento de plantación nacional (MDP)	9,850
Mantenimiento anual de la plantación nacional (MDP)	3,926
Servicio de captura de carbono	
Valor del carbono almacenado en las poblaciones de nopales en México (MDP).	163
Pérdidas del 75%	
Establecimiento de plantación nacional (MDP)	7,388
Mantenimiento anual de la plantación nacional (MDP)	2,945
Valor del carbono almacenado en las poblaciones de nopales en México (MDP)*	122.25
<b>Total de pérdidas monetarias (MDP)</b>	<b>10,454</b>

Fuente: Elaborada con datos de SIAP (2019 y 2020), SENASICA (2018), CONABIO (2018), Sistema Producto Nopal Tuna, (2018)



## Análisis Estratégico de Riesgos Sanitarios

Nota: Bonos por la captura de carbono en 900,00 ha de nopal silvestres y 75,799 ha de nopal de cultivo.

De acuerdo con datos del SIAP, en el ciclo agrícola 2020, se contabilizaron 57,758.34 ha de superficie sembrada, con una producción de 1,334,160 toneladas y un valor de 3.7 millones de pesos. De la producción total de nopal, el 65 % corresponde a nopal verdura y el 35 % a tuna (Ver Cuadro 10).

Del nopal verdura el 85% se consume en fresco, el 8% se usa en la industria y el 7% para exportaciones (SENASICA, 2018).

Cuadro 10. Producción nacional de nopal (tunero, forrajero y nopal verdura).

Año	Sup. Sembrada (ha)	Volumen (ton)	Valor (millones de pesos)
2015	77,068	1,388,164	3,078
2016	77,592	1,453,894	3,505
2017	77,879	1,496,332	3,303
2018	76,384	1,502,316	3,549
2019	75,799	1,527,631	4,033
2020	57,758	1,334,160	3,719

Fuente: Elaborada con dato de SIAP, 2015-2020

En 2020, el nopal verdura y tuna se cultivó en 27 entidades de la República Mexicana, 13 % bajo riego y 87 % de temporal, a través de un padrón estimado en 50,000 productores. Las principales entidades federativas donde se produce nopal verdura y tuna son: Morelos con el 30 % del volumen nacional, seguido de Estado de México (19 %) y Ciudad de México (16 %). Ver Gráfica 3.

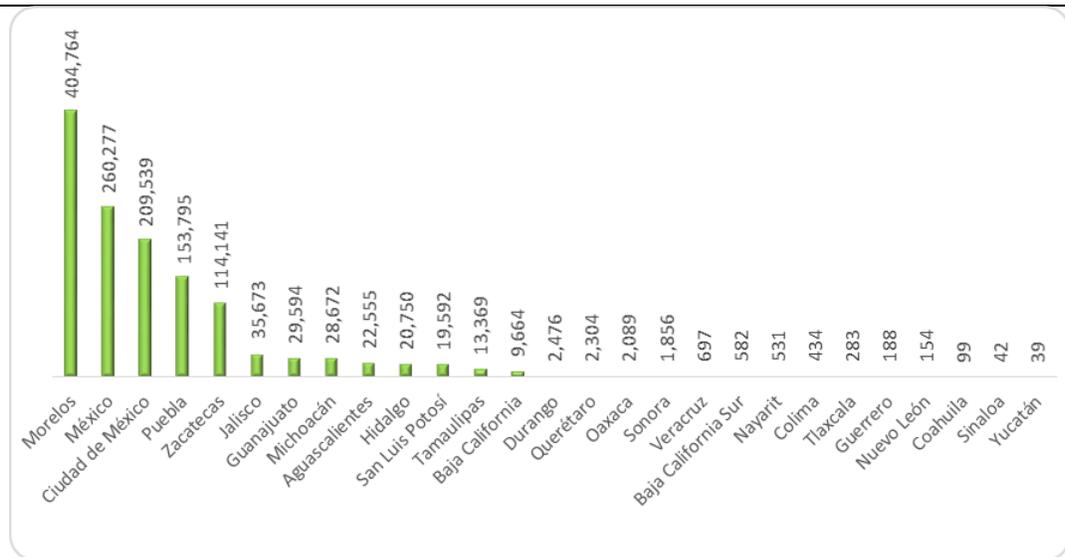
De forma específica el nopal verdura se siembra en los 27 estados, principalmente en Morelos con el 33%, Ciudad de México (18%) y Estado de México (8%). Mientras que la tuna, se sembró en 16 entidades, principalmente Estado de México (35%), Zacatecas (26%) y Puebla (12%). En 2020, no se reportó superficie sembrada de nopal forrajero.

Existen dos productos que se derivan del nopal y que generan ingresos a sus productores, la grana cochinilla y el xoconostle, pero no existen estadísticas de su producción. Sin embargo, se tiene conocimiento que la grana cochinilla se produce en los estados de Oaxaca, Jalisco, San Luis Potosí, Zacatecas, Puebla, México, Hidalgo y Morelos, en orden de importancia; y el xoconostle principalmente se cultiva en el Estado de México.

Gráfica 3. Producción nacional de nopal por entidad, 2020 (toneladas).



## Análisis Estratégico de Riesgos Sanitarios



Fuente: Elaborada con datos de SIAP, 2020.

En cuanto a la exportación de nopal y sus derivados existe escasa información referente, debido a la inexistencia de la fracción arancelaria. Sin embargo, existen evidencia del Sistema Producto Nopal Tuna, que en 2018 se exportaron un estimado de 50 mil toneladas de nopal verdura a 25 países, entre los más importantes estuvieron: E.U.A., Bélgica, Corea del Sur y Canadá; en menor medida se vende en los mercados de Centroamérica y Sudamérica, así como en algunos países asiáticos; generando divisas por 16 millones de dólares para los agricultores. Para nopal tunero, México exporta tunas a 18 países, principalmente a Estados Unidos, Canadá, Japón y Australia; con valor aproximada de 3 millones de dólares.

El SENASICA, a través de actividades de campañas y vigilancia epidemiológica fitosanitaria, ha dado soporte, ya que del año 2002 al 2018 se invirtieron recursos federales por 114 millones de pesos para el combate de la plaga (SENASICA, 2018). Ver Cuadro 11.

Cuadro 11. Presupuesto federal asignado a combatir la palomilla del nopal

Concepto	Inversión Federal
Campaña Preventiva contra la palomilla del nopal, 2002-2005	15,867,837
Campaña para Controlar la palomilla del nopal, 2006-2009	33,453,088
Programa de Vigilancia Epidemiológica de la palomilla del nopal, 2010-2018	65,084,324
<b>Total</b>	<b>114,405,249</b>

Fuente: Elaborada con documento de SENASICA, 2018.

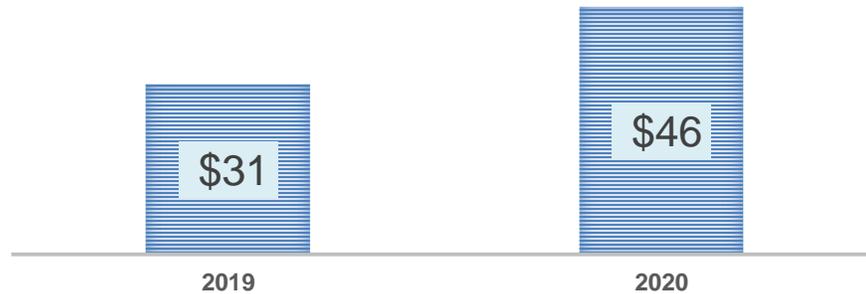
De acuerdo con la NIMF No. 6 Vigilancia, en México, desde 2010 se han implementado actividades de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria para la detección temprana y oportuna de la palomilla del nopal, a través de rutas de vigilancia, rutas de trampeo, parcelas centinelas y áreas de exploración en los cultivos de nopal, que hasta 2018 sumó una inversión federal por 65 millones de pesos (SAGARPA-SENASICA-PVEF, 2018).



## Análisis Estratégico de Riesgos Sanitarios

Para los años 2019 y 2020 se asignó una inversión federal estimada en 77 millones de pesos en VEF, donde se incluye presupuesto para actividades de vigilancia en palomilla del nopal en las entidades federativas requeridas (el monto específico no se tiene desagregado para estos años). Ver Gráfica 4.

Gráfica 4. Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria (millones de pesos).



Fuente: Elaborado con bases presupuestales de SENASICA para los años mencionados.

### Conclusiones y/o Recomendaciones:

- Derivado del avistamiento de *C. cactorum* Berg en los condados de Brazoria, Chambers, Colorado y Matagorda del estado de Texas, E.U.A. el riesgo de introducción de la plaga en la frontera norte es alto ya sea por eventos climáticos periódicos, corredores biológicos o por la cercanía geográfica con los estados fronterizos con México, como el estado de Tamaulipas, donde existe alta probabilidad de establecimiento (desarrollo óptimo del insecto y disponibilidad de hospedantes). Así mismo, existe el riesgo de introducción por la frontera sur por la presencia de la plaga en los países del Caribe (Cuba, Haití y República Dominicana).
- Conforme a SIAVI no hay importaciones de Pitahaya de los países del Sur de donde se tiene la presencia de *C. cactorum*, así como tampoco de Estados Unidos, sin embargo, la introducción a territorio nacional puede ser antrópicamente.
- El modelado de corredores biológicos para *C. cactorum* en México, dio como resultado que dichos corredores atraviesan el territorio de 56 municipios del estado de Tamaulipas, 18 municipios del estado de Nuevo León 7 municipios del estado de Coahuila, 5 municipios del estado de Veracruz y 2 municipios del estado de San Luis Potosí en la región norte. Mientras que en la región sur del país son 91 municipios de Yucatán, 16 de Tabasco, 11 de Campeche, 7 de Chiapas y 7 de Quintana Roo, lo que favorece su dispersión natural y establecimiento en caso de una probable introducción.
- El análisis de establecimiento de *C. cactorum* en el país de acuerdo a los requerimientos térmicos nos indica que se puede presentar hasta **3 generaciones al año en las zonas ubicadas en las costas oriental y occidental del país y en la Península de Yucatán.**



## Análisis Estratégico de Riesgos Sanitarios

- Conforme al análisis de las incidencias de ciclones tropicales en el Océano Atlántico permitió identificar que **las áreas potenciales de mayor riesgo fitosanitario con nivel "alto", son las costas oriental y occidental del país y en la Península de Yucatán**; también se identificaron las regiones con nivel "Medio" y nivel "Bajo".
- Con la dirección de los vientos se puede visualizar que en Texas en donde está presente la plaga y el estado de Tamaulipas predominan vientos del sur-suroeste lo que pone en riesgo potencial al estado de Tamaulipas para la dispersión de la plaga al territorio nacional.
- La introducción de la palomilla del nopal en áreas productoras del cultivo en México sería devastador y es muy probable que la dispersión de la plaga, genere además, daños ecológicos, sociales y económicos importantes. Se conciben riesgos en el valor de la producción agrícola del nopal, de aproximadamente 3,719 millones de pesos; asimismo, 19 millones de dólares en divisas anuales en las exportaciones de nopal verdura y tuna.
- Las pérdidas monetarias para México, por la importancia económica de Opuntias, se estiman en 10,454 millones de pesos, al afectar en un 75% a las plantaciones, lo que incluye las inversiones del productor por el establecimiento de 75,799 hectáreas de nopal y bonos por captura de carbono de 975,799 hectáreas de nopal silvestre y nopal cultivo.
- En cuanto a impactos sociales se afectaría a 50 mil productores de nopal, de 27 entidades federativas, que generan 3.8 millones de jornales al año en el país.

### Referencias

- APHIS-USDA., Environmental Assessment 2008.** Quarantine for the South American Cactus Moth, *Cactoblastis cactorum*, in Florida, South Carolina, Georgia, Alabama, and Mississippi. Página de consulta [https://www.aphis.usda.gov/plant\\_health/ea/downloads/cactoblastis-ea-multistate.pdf](https://www.aphis.usda.gov/plant_health/ea/downloads/cactoblastis-ea-multistate.pdf) Fecha de consulta: julio 2020.
- Bloem, S., Hight, S., Carpenter, J y Bloem, K., 2005.** Desarrollo de la trampa más efectiva para monitorear la expansión geográfica de la polilla del cactus *Cactoblastis cactorum* (Lepidoptera: Pyralidae) (Enviado a: Entomólogo de Florida) [http://www.ars.usda.gov/research/publications/publications.htm?SEQ\\_NO\\_115=173010](http://www.ars.usda.gov/research/publications/publications.htm?SEQ_NO_115=173010) Fecha de consulta julio 2020
- Burleigh, D. 2020.** Pest Alert: Cactus Moth spotted in Texas. The Orange Leader. <https://www.orangeleader.com/2020/06/13/pest-alert-cactus-moth-spotted-in-texas/>
- CABI, 2020.** Datasheet. *Cactoblastis cactorum* (cactus moth). Crop Protection Compendium. Global Module. CAB International. UK. En línea: <https://www.cabi.org/isc/datasheet/10680>. Fecha de consulta: julio de 2020.
- Center for Environmental and Research Information Systems (CERIS)/USDA. 2020.** Purdue University. "Survey Status of Cactus moth - *Cactoblastis cactorum* (2018)." Published: 07/07/2020. Retrieved from



# Análisis Estratégico de Riesgos Sanitarios

<http://pest.ceris.purdue.edu/map.php?code=ITBMDOA&year=2018>. Consulta en línea:  
<https://pest.ceris.purdue.edu/map.php?code=ITBMDOA#>. Fecha de consulta: julio de 2020.

**Climate Data Store. 2021.** ERA5-Land monthly averaged data from 1981 to present. Disponible en:  
<https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/dataset/reanalysis-era5-land-monthly-means?tab=form>.  
Fecha de consulta: abril de 2021.

**CONABIO. 2002.** Ficha Técnica. *Catoblastis cactorum*. Consulta en línea:  
<http://sivicoff.cnf.gob.mx/ContenidoPublico/08%20Gu%C3%ADas%20de%20s%C3%ADntomas%20y%20da%C3%B1os/Gu%C3%ADas%20de%20s%C3%ADntomas%20y%20da%C3%B1os/Ficha%20Cactoblastis%20cactorum%2002.pdf>. Fecha de consulta: julio de 2020.

**Dodd, A.P. 1940.** The biological campaign against prickly pear. Commonwealth Prickly Pear Board, Brisbane.  
Pp. 177.

**Durán-García, R. y M. E. Méndez-González. 2010.** Cactáceas. Pp. 191-192. En: Durán R. y M. Méndez (Eds.).  
Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán. CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA: 496 pp.

**EPPO, 2020.** EPPO Global Database. *Cactoblastis cactorum* (CACTCA). En línea:  
<https://gd.eppo.int/taxon/CACTCA>. Fecha de consulta: julio de 2020.

**Feoli Boraschi, S. 2009.** Corredores biológicos: una estrategia de conservación en el manejo de cuencas  
hidrográficas. Kurú: Revista Forestal.

**Floyd, Joel 2006.** Reporte de las actividades realizadas durante octubre 2006 en el proyecto de *C. cactorum*.  
USDA-APHIS-PPQ-EDP, Riverdale, MD. Disponible en:  
<http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/cactoblastis/doctos/OCTUBRE2006CactoReporte.pdf>

**Florida Department of Agriculture and Consumer Service. 2003.** What are Nopalitos? The Florida  
AgriJournal 11 (6): January 6.

**Garrett, L. 2004.** White Paper: Economic impact from the spread of *Cactoblastis cactorum* in the United  
States. Draft report to USDA APHIS PPQ. April, 2004. 9pp.

**Habeck, D.H. & Bennet, F.D. 1990.** *Cactoblastis cactorum* Berg (Lepidoptera: Pyralidae), a phycitine new to  
Florida. Florida Department of Agriculture and Consumer Services, Division of Plant Industry. Entomol.  
Circular 333.

**Hight, S., Carpenter, J., Bloem, S y Bloem, K., 2005.** Desarrollo de un programa de liberación de insectos  
estériles para *Cactoblastis cactorum* (BERG.) (Lepidoptera: Pyralidae): razones efectivas de  
sobreinundación y estudios de campo de liberación-recaptura (Enviado a: Entomología  
Ambiental) [http://www.ars.usda.gov/research/publications/publications.htm?SEQ\\_NO\\_115=170145](http://www.ars.usda.gov/research/publications/publications.htm?SEQ_NO_115=170145)  
Fecha de consulta: julio 2020.

**Hight, SD y Carpenter, JE 2009.** Fenología de vuelo de *Cactoblastis cactorum* macho (Lepidoptera:  
Pyralidae) en diferentes latitudes en el sureste de los Estados Unidos. Entomólogo de Florida, 92 (2),  
208-216.



# Análisis Estratégico de Riesgos Sanitarios

**Hoshino, A., Andocioli,**

**H., Caviglione,**

**J., Auler P.A.M., Menezes J.A.O. 2021.** First Record of *Cactoblastis cactorum* Berg, 1885 (Lepidoptera: Pyralidae) in *Hylocereus lemairei* (Hook.) Britton & Rose and *H. costaricensis* (F.A.C. Weber) Britton & Rose (Cactaceae) in Brazil. Brazilian Journal of Biology. <https://www.scielo.br/j/bjb/a/J5q8qTJqfLsDhWrgYt5YDDDD/?lang=en#>

**Inglese, Paolo; Saenz, Caramen; Mondragon, Candelario; Nefzaoui, Ali y Louhaichi, Mounir 2018.** Ecología del cultivo, manejo y usos del nopal. FAO. Disponible en: <http://www.fao.org/3/i7628es/l7628ES.pdf>

**IPPC. 2019.** Norma Internacional para Medidas Fitosanitarias (NIMF) 8 Determinación de la situación de una plaga en un área. Convención Internacional de Protección Fitosanitaria (IPPC). Consulta en línea: <https://www.ippc.int/es/publications/612/>. Fecha de consulta: julio de 2020.

**Irish, M. 2001.** The ornamental prickly pear industry in the southwestern United States. Florida Entomologist 84(4): 484-485.

**Johnson, DM y Stiling, PD. 1996.** Especificidad del huésped de *Cactoblastis cactorum* (Lepidoptera: Pyralidae), una polilla exótica que se alimenta de *Opuntia*, en Florida. Entomología ambiental, 25 (4), 743-748.

**Johnson, DM y PD Stiling 1998.** Distribución y dispersión de *Cactoblastis cactorum* (Lepidoptera: Pyralidae), una polilla exótica que se alimenta de *Opuntia* en Florida. Florida Entomol. 81: 12-21

**Lawrece, G. 2020.** South American cactus moth, *Cactoblastis cactorum*, is now out of the box in Texas. [Actualización de estado de Facebook]. Recuperado de <https://www.facebook.com/lawrence.e.gilbert.7/posts/10219173640029553>.

**Legaspi, J. C., y Legaspi Jr, B. C., 2007.** Life table analysis for *Cactoblastis cactorum* immatures and female adults under five constant temperatures: implications for pest management. Annals of the Entomological Society of America, 100(4), 497-505.

**Luna, M. 2020, Exportan** nopal fresnillense a China. Disponible en: <https://www.inforural.com.mx/exportan-nopal-fresnillense-a-china/>

**Mann, J. 1969.** Cactus-feeding insects and mites. Smithsonian Institution Bulletin 256, Washington D.D. 1-158.

**Mc Fadayen, R.E. 1985.** Larval characteristics of *Cactoblastis* spp. (Lepidoptera: Pyralidae) and the selection of species for biological control of prickly pears (*Opuntia* spp). Bulletin of Entomological Research 75: 159-168

**Mengoni Goñalons, C., L. Varone, G. Logarzo, M. Guala, M. Rodrigo, SD Hight y JE Carpenter 2014.** Rango geográfico y estudios de laboratorio sobre *Apanteles opuntiarum* (himenópteros: braconidae) en AR, un candidato para BC de *Cactoblastis cactorum* (Lepidoptera: Pyralidae) en América del Norte. Florida Entomologist 97 (4) Diciembre 2014.

**Moran, V.C. y H.G. Zimmermann. 1984.** The biological control of cactus weeds: Achievements and prospects. Biocontrol News Information 5: 297-320.

**National Hurricane Center. 2021.** NATIONAL HURRICANE CENTER and CENTRAL PACIFIC HURRICANE CENTER Disponible en: <https://www.nhc.noaa.gov/> (Fecha de consulta: abril de 2021).

**Petty, F.W. 1948.** The biological control of prickly pear in South Africa. Science Bulletin. Department of Agriculture of the Union of South Africa 271: 1-163.



# Análisis Estratégico de Riesgos Sanitarios

**Pérez, M & Golubov, J.**

**2009.** La

palomilla del nopal *Cactoblastis cactorum*: Una seria amenaza económica y ecológica para el noreste de México. VII Simposio-Taller "Producción y Aprovechamiento del Nopal en el Noreste de México. Nuevo León, México. 15 p.

**PNUD México (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo). 2019.** Impacto económico potencial en ecosistemas forestales de México, así como un estudio costo-beneficio del control de cinco especies exóticas invasoras: *Euwallacea sp.*, *Xyleborus glabratus*, *Cactoblastis cactorum*, *Agrilus planipennis* y *Lymantria dispar*. Proyecto 00089333 – FSP – "Fortalecimiento de Capacidades para el Manejo de Especies Exóticas Invasoras (EEI) a través de la Implementación de la Estrategia Nacional de EEI". Valera, V., Esquivel, M.

**Quinn, M. 2020.** Cactus Moth has been spreading on the Upper Texas Coast since July 2017. Texas County Records for the Cactus Moth as of Feb. 2020. Texas Entomology. <http://texasento.net/Cactoblastis.html>.

**Rakowitz, L. 1997.** The significance of prickly pear on south Texas rangelands. Rangelands 19 (6) 15-17.

**Rodriguez, O.R. 2003.** Law aimed at protecting U.S. food supply takes effect; some exporters fear delays. Business News December 12.

**SAGARPA 2015.** Estudio de factibilidad para el establecimiento de cultivo de nopal (opuntia) en tierras ociosas en los estados de Aguascalientes, San Luis Potosí, Guanajuato y Zacatecas con fines alimenticios, energéticos y ambientales. Folleto 211PP062. Disponible en línea: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/346982/Nopal\\_Detallado.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/346982/Nopal_Detallado.pdf)

**Salisbury, S. 2003.** Florida Agriculture Officials Hope Mexican Nopalitos Take Root among Consumers. The Palm Beach Post February 24.

**SENASICA. 2019.** Palomilla del nopal (*Cactoblastis cactorum* Berg). Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria-Dirección General de Sanidad Vegetal - Programa de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria. Cd. de México. Ficha Técnica No. 11. 15 p. <https://prod.senasica.gob.mx/SIRVEF/ContenidoPublico/Fichas%20tecnicas/Ficha%20T%C3%A9cnica%20de%20Palomilla%20del%20nopal.pdf> Fecha de consulta: junio, 2021

**SENASICA 2018.** Vigilancia Epidemiológica Palomilla del nopal (*Cactoblastis cactorum*). <http://sinavef.senasica.gob.mx/Eventos/Content/Multimedia/1.%20Vigilancia%20epidemiol%C3%B3gica%20de%20palomilla%20del%20nopal.pdf>. Fecha de consulta; abril de 2021

**SENASICA 2019.** Palomilla del nopal (*Cactoblastis cactorum*). Aviso público de riesgo y situación actual. Disponible en: <https://prod.senasica.gob.mx/SIRVEF/ContenidoPublico/Avisos%20y%20alertas/Avisos%20publicos/Aviso%20p%C3%BAblico%20Palomilla%20del%20nopal.pdf>. Fecha de consulta: junio de 2021.

**SENASICA. 2020.** Módulo de consulta de requisitos fitosanitarios para la importación de mercancía vegetal. Consulta en línea: <https://sistemasssl.senasica.gob.mx/mcrfi/> Fecha de consulta: julio de 2020.

**SIAP. 2020.** Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER). Consulta en línea: <https://www.gob.mx/sader>. Fecha de consulta: junio de 2021.



# Análisis Estratégico de Riesgos Sanitarios

**Simonson, Sara E.; T.J. Tyler; W.P. Gregg;**

**Stohlgren; L. R. Muir y J.G.**

**Lynn. 2005.** Preliminary assessment of the potential impacts and risks of the invasive cactus moth, *Cactoblastis cactorum* Berg, in the U.S. and Mexico. Final Report to the International Atomic Energy Agency, April 25, 2005. IAEA. Consulta en línea: <http://www-naweb.iaea.org/nafa/ipc/public/ipc-cactoblastis-final05.pdf>. Fecha de consulta: julio de 2020.

**Sistema producto nopal tuna 2018.** Exportaciones de nopal. Disponible en: <https://www.yumpu.com/es/document/read/17605498/plan-rector-del-sistema-producto-nopal-tuna-sagarpa>. Fecha de consulta: junio de 2021.

**SIRVEF. 2020.** Sistema Integral de Referencia para la Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria. Consulta en línea: <https://prod.senasica.gob.mx/SIRVEF/> Fecha de consulta: julio de 2020.

**Sistema Integral de Vigilancia y Control Fitosanitario Forestal (SIVICOFF). 2020.** Contingencias Fitosanitarias Forestales. Consulta en línea: <http://sivicoff.cnf.gob.mx/frmContingenciasOperativas.aspx>. Fecha de consulta: julio de 2020.

**Soberon, J., J. Gubolov y J. Sarukhan. 2001.** The importance of Opuntia in Mexico and routes of invasion and impact of *Cactoblastis cactorum* Lepidoptera: Pyralidae. Florida Entomologist 84(4):486-492.

**Solis MA y SD Hight 2004.** Taxonomía e identificación de *Cactoblastis cactorum*. Actas de la reunión del ARS (Resumen).

**Starmer, W.T., V. Aberdeen y M.A. La Chance. 1987.** The yeast community associated with decaying Opuntia stricta (Haworth) in Florida with regard to the moth, *Cactoblastis cactorum* (Berg). Florida Scientist 51: 7-11.

**The Texas State University System.** Cactus Moth. *Catoblastis cactorum*. (s/a). Texas Invasive Species Institute. <http://www.tsusinvasives.org/home/database/Cactoblastis-cactorum>.

**The University of Texas at Austin. 2020.** Texas Invasive Species Program Gets New Boost from Lee and Ramona Bass Foundation. UT News. <https://news.utexas.edu/2019/02/28/texas-invasive-species-program-gets-new-boost-fromlee-and-ramona-bass-foundation/>.

**TRADEMAP 2019.** Estadísticas del comercio para el desarrollo internacional de las empresas Datos comerciales mensuales, trimestrales y anuales. Valores de importación y exportación, volúmenes, tasas de crecimiento, cuotas de mercado, etc. Consulta en línea: <https://www.trademap.org/Index.aspx>. Fecha de consulta: julio del 2020.

**USDA-APHIS. 2021.** Cactus Moth. National Invasive Species Information Center. Disponible en: <https://www.invasivespeciesinfo.gov/profile/cactus-moth>. Fecha de consulta: junio, 2021.

**USDA-APHIS. 2008.** Quarantine for the South American Cactus Moth, *Cactoblastis cactorum*, in Florida, South Carolina, Georgia, Alabama, and Mississippi. Environmental Assessment, October 2008.

**Vigueras G, A. L. y L. Portillo 2001.** Uses of Opuntia species and the potential impact of *Cactoblastis cactorum* (Lepidoptera: Pyralidae) in Mexico. Florida Entomologist 84 (4) 493-498.

**Wang, X., P. Felker, y A. Paterson. 1998.** Environmental influences on cactus pear fruit yield, quality and cold hardiness and development of hybrids with improved cold hardiness. Journal of Professional Association for Cactus Development 2: 48-59.



# Análisis Estratégico de Riesgos Sanitarios

**Zimmermann, H., S.**

**Klein. 2007.** *Cactoblastis cactorum*. Biología, historia, amenaza, monitoreo y control de la palomilla del nopal. FAO/IAEA.

**Bloem y H.**

**Zimmermann, H.G. y Pérez S.C.M. 2006.** The consequences of introducing the Cactus moth (*Cactoblastis cactorum*) to the Caribbean and Beyond. PRONATURA/FMCN/USAID from the American people. D. F, Mexico. 63 p.

**Zimmermann, H.G., M. Perez-Sandi y Cuen, J. Golubov, J. Soberón M & J. Sarukhan K. 2000b.** *Cactoblastis cactorum*, una nueva plaga de muy alto riesgo para las opuntias de Mexico. Biodiversitas 33: 2-13.

**USA.GOV. 2021.** United States Department of Commerce National Hurricane Center and Central Pacific Hurricane Center. Disponible en: <https://www.nhc.noaa.gov/>. Fecha de consulta: junio de 2021.