



AGRICULTURA
SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL



SENASICA
SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD,
INOCUIDAD Y CALIDAD AGROALIMENTARIA

inifap

Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias
Campo Experimental Bajío



CESAVE
VERACRUZ



N° 03

Julio 2021

Boletín del Sistema de Alerta temprana del SENASICA para Langosta Centroamericana en el estado de Veracruz



Colaboración Técnico-Científica:

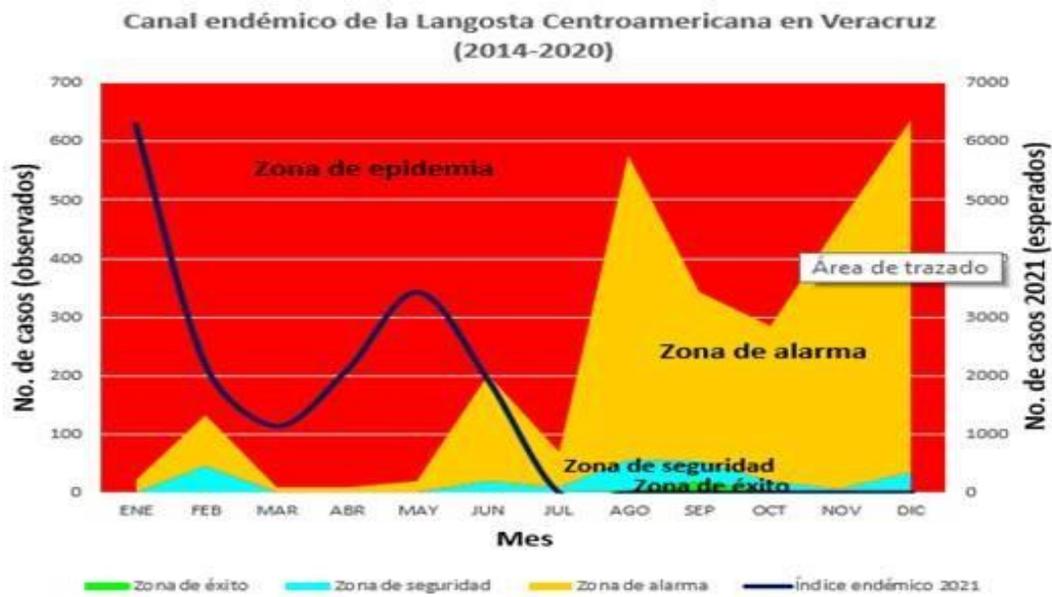
Dirección de Sanidad Vegetal
Dirección de Sistematización y Análisis Sanitario
Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias del Campo Experimental Bajío
Comité de Sanidad Vegetal del estado de Veracruz

El Sistema de Alerta temprana del SENASICA enfocado a la Langosta Centroamericana en el estado de Veracruz, y conforme al análisis espacial multicriterio derivado de la información de los censos realizados en campo, datos agroclimáticos favorables pronosticados y antecedentes de la plaga, se emite el siguiente boletín para los municipios identificados con riesgo.

1

Comportamiento histórico y dinámica poblacional de la plaga (2014-2021)

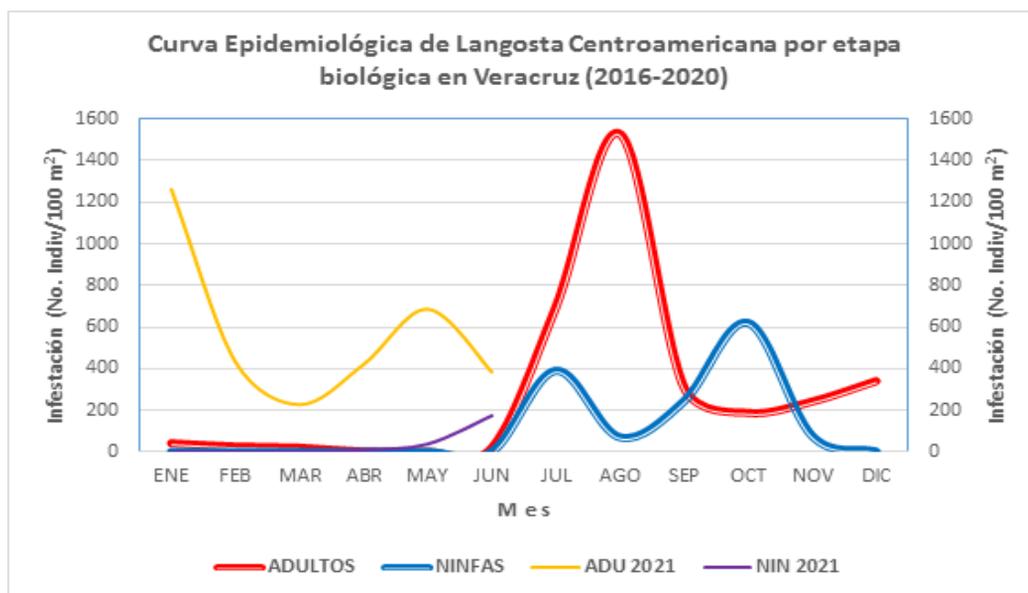
- El índice endémico de la población de langosta en el estado de Veracruz desde inicios de año (enero) se encuentra dentro de la "zona de epidemia", y en aparente crecimiento exponencial hacia el segundo semestre del ciclo anual. El mes de junio aunque registró un importante descenso poblacional, la plaga aún está posicionada dentro de la zona de epidemia. Si las densidades poblacionales de la plaga no se controlan eficientemente, se esperarían efectos negativos hacia las zonas agrícolas de la entidad, con etapas fásicas más agresivas. Se observan importantes incrementos poblacionales adelantados si se comparan con los datos históricos observados.



- En el gráfico de la curva epidemiológica se observa el comportamiento histórico (2016-2020) de las etapas biológicas (adulto/ninfa) de la plaga.
- Para ambas etapas se observa mayor densidad poblacional para el segundo semestre del ciclo anual. Adicionalmente, se observan picos poblacionales importantes para cada etapa biológica. Para los adultos destaca el mes de agosto; mientras que para las ninfas destacan los meses de julio y octubre. En los meses de junio-julio se presenta un ligero solapamiento para ambas etapas biológicas. Para el caso de los adultos es perceptible lo conspicuo de la 1ra generación, caso contrario para las ninfas donde es perceptible la presencia de la 1ra y 2da generación de ninfas, aunque con menores valores de infestación.

Contacto

- Para el año 2021 (abril), se presentan los primeros registros de ninfas en la entidad, seguido de los meses de mayo y junio con valores de infestación en crecimiento. En cuanto a los adultos el ciclo anual inicia (enero) con elevadas densidades poblacionales, disminuye en febrero-marzo, sin embargo, se observa un aumento de la población en los meses subsiguientes (abril y mayo), para disminuir la infestación de la plaga en el mes de junio.
- Es importante no dejar de monitorear la dinámica poblacional de estas etapas biológicas, particularmente lo que se está observando con los adultos del 2021, donde presumiblemente la plaga presenta un desfase de 2 meses previos con respecto al histórico.

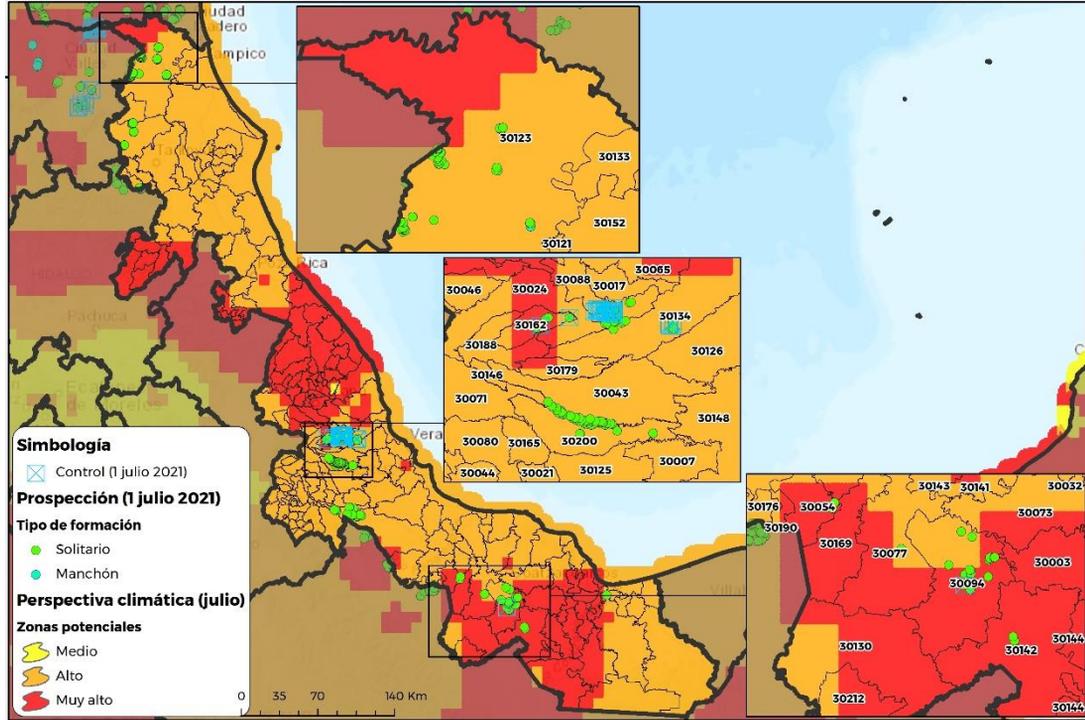


- En el Gráfico de fluctuaciones poblacionales de estadios ninfales 2020, los principales picos poblacionales de ninfas se presentan en los meses de julio, octubre y septiembre.
- El mes de octubre registra la mayor cantidad de estadios ninfales (N2-N6), con base en OIRSA (2019) las ninfas de 1ra y 2da generación se presentan en los meses de Jun-Jul y Oct-Nov, respectivamente. Se observa que la 2da generación de ninfas en la entidad presentó un comportamiento adelantado de 1 mes (septiembre).
- En cuanto a Etapa Fásica y Tipo de Formación destacan por su elevada densidad poblacional los tipos GREGARIO/MANCHÓN (julio y septiembre); mientras que para el mes de octubre destacan los tipos GREGARIO/BANDO y GREGARIO/MANCHÓN.
- Bajo el escenario anterior, es probable que los meses de julio, septiembre y octubre sean susceptibles para la formación de mangas.

2

Perspectiva climática asociada a la dinámica poblacional de la plaga

Con base en el análisis agroclimático y los requerimientos de temperatura e índice normalizado de precipitación, se observa que en el estado de Veracruz se pronostican condiciones potenciales altas a muy altas para el desarrollo de la plaga en el mes de julio.

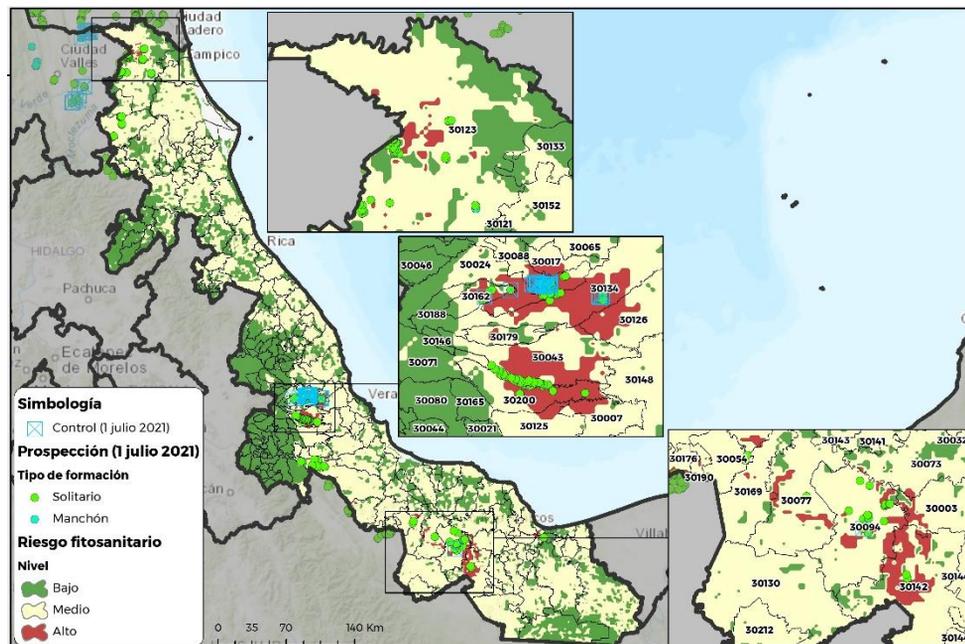


3

Situación actual de la plaga y determinación del riesgo fitosanitario asociado

Análisis y estudio de riesgo espacial-multicriterio

- Durante el mes de junio las poblaciones de la langosta Centroamericana se identificaron principalmente en **cultivos de caña de azúcar, pastos, sorgo, maíz, limón, soya, piña y zacate**.
- Se registró mayor densidad de infestación en etapa fenológica de desarrollo vegetativo.
- No se registraron mangas.
- Cinco municipios con 413 hectáreas bajo control.
- **En total, 14 municipios son los que presentan riesgo alto (Anexo 1).**



Contacto

Correo: alerta.fitosanitaria@senasica.gob.mx

Teléfono gratuito: 800 987 9879

4 Impacto económico conforme al modelo espacial multicriterio

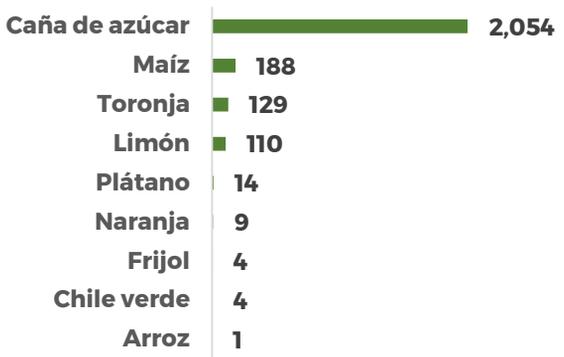
- En total son **14 municipios en riesgo alto** con aproximadamente **54,914 ha** de cultivos agrícolas hospedantes al mes de Julio.
- Posible afectación a **3,503 ha de pastos y praderas con un valor de 53 Mdp.**
- La dependencia económica* en promedio es del **63 %** para los **municipio en riesgo alto.**



2,513 Mdp

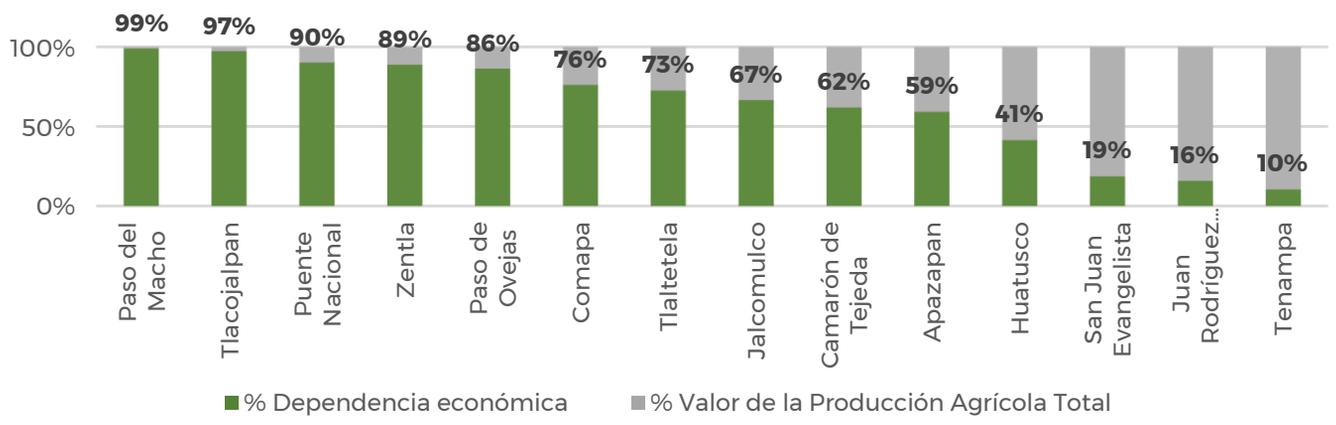
Impacto económico en los municipios con riesgo alto.

Valor de la producción de cultivos hospedantes en riesgo alto (Mdp)



*Dependencia económica de cultivos hospedantes, en municipios en riesgo, respecto al valor total de su producción agrícola.

Dependencia económica de cultivos hospedantes, en principales municipios en riesgo alto, respecto al valor total de su producción agrícola



Proyección de superficie sembrada de cultivos hospedante con probable impacto en los municipios de riesgo alto

Municipio	Hospedante	Superficie sembrada (ha)	Dependencia económica
Paso del Macho	Frijol, Maíz, Caña de azúcar y Limón.	12,137	99%
San Juan Evangelista	Chile verde, Maíz, Caña de azúcar, Limón y Naranja.	6,811	19%
Zentla	Maíz, Caña de azúcar y Limón.	5,928	89%
Paso de Ovejas	Frijol, Maíz, Caña de azúcar, Limón y Toronja	5,005	86%
Comapa	Frijol, Maíz y Caña de azúcar.	4,842	76%

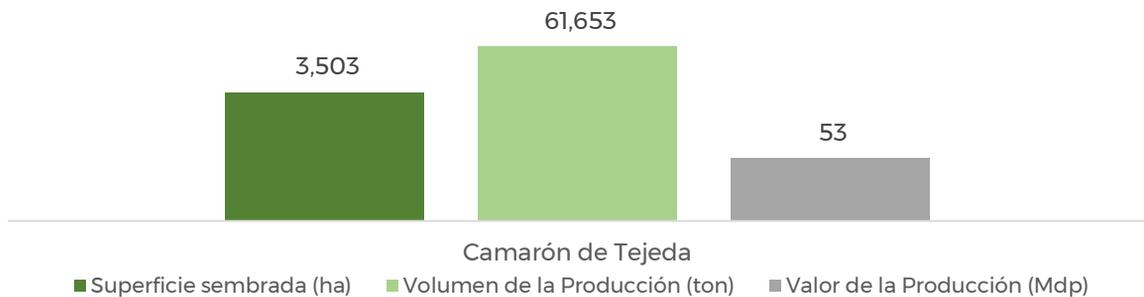
5 Impacto económico conforme al modelo espacial multicriterio

Proyección de superficie sembrada de cultivos hospedante con probable impacto en los municipios de riesgo alto

Municipio	Hospedante	Superficie sembrada (ha)	Dependencia económica
Tlacojalpan	Maíz, Caña de azúcar y Plátano.	4,756	97%
Tlaltetela	Frijol, Maíz, Caña de azúcar y Limón.	3,862	73%
Puente Nacional	Frijol, Maíz, Caña de azúcar y Limón.	3,426	90%
Camarón de Tejeda	Chile verde, Frijol, Maíz y, Caña de azúcar, Limón.	2,815	62%
Huatusco	Frijol, Maíz y Caña de azúcar.	2,545	41%
Juan Rodríguez Clara	Frijol, Maíz, Caña de azúcar, Limón Naranja.	1,783	16%
Tenampa	Maíz.	359	10%
Apazapan	Frijol y Limón.	245	59%
Total general:		3,503	63%

Impacto Potencial en Pastos y Praderas

Municipio	Superficie sembrada (ha)	Volumen de la Producción (ton)	Valor de la Producción (Mdp)
Camarón de Tejeda	3,503	616,53	53
Total general:	3,503	616,53	53

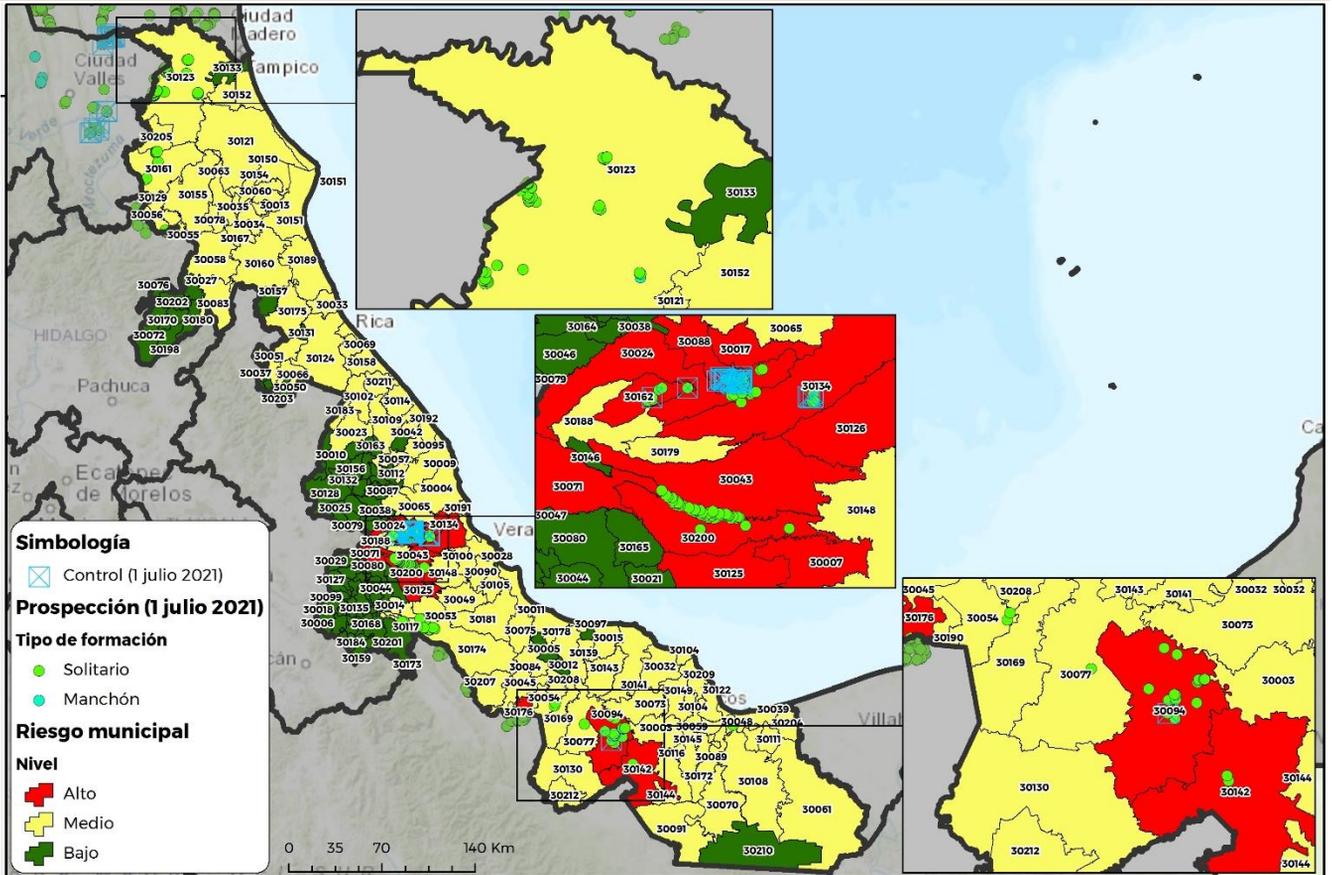


6 Conclusiones y/o consideraciones

Se sugiere la emisión del comunicado del riesgo al personal técnico, con el propósito de prevenir el probable desarrollo y dispersión de la plaga en los cultivos de los municipios identificados con base a los siguientes puntos:

1. Con base en el gráfico de la Curva epidemiológica de la plaga y el gráfico de Fluctuaciones Poblacionales de Estadios Ninfales 2021, se tienen registros de ninfas desde el mes de abril, sin embargo el mes de junio registra los primeros individuos en etapa fasica/tipo de formación: Transciens Congregans/Manchón; etapa biológica que corresponde a ninfas de la 1ra generación en la entidad; bajo este contexto resulta importante estar atentos al desarrollo de estos acrididos en función de su densidad, etapa fásica y tipo de formación. Paralelamente a este escenario la etapa biológica de adultos se pronostica en importantes incrementos poblacionales.
2. Aunque para el mes de julio existen condiciones climáticas favorables para la plaga su baja densidad durante el mes de junio reduce el riesgo de su desarrollo. No obstante, debido a la gran extensión de cultivos hospedantes y zonas de pastizales en el Estado el resultado **del análisis multicriterio arrojó en total 14 municipios en riesgo alto.**
3. Los municipios en riesgo alto se localizan principalmente en la región centro, resaltando la zona sur de los municipios de Zentla y Huatusco. De acuerdo con el modelo de análisis multicriterio, no se observan un aumento en el riesgo en los municipios de la región Huasteca. Tampoco se observa una dispersión de la plaga en la región sur del Estado.
4. Al mes de Julio el estado de Veracruz presenta una superficie de hospedantes susceptibles en 14 municipio de 54,914 ha con un valor aproximado de 2,513 Mdp. representado en promedio a nivel municipal una dependencia económica, respecto al valor total de su producción agrícola del 63%. Destacan por su valor los cultivos como: caña de azúcar, maíz, toronja, limón, plátano, naranja, frijol, chile verde y arroz. Se identifican los municipios de Paso del Macho, Tlacojalpan y Puente Nacional entre otros como los municipios con mayor dependencia económica en caso de un impacto potencial en cultivos hospedantes. Respecto a zonas de resguardo identificadas como pastos y praderas, representan una superficie de 3,503 ha con un valor estimado de 53 Mdp.

Anexo 1.- En total son 14 municipios identificados con nivel de riesgo alto y presencia de cultivos agrícolas que se verían afectados en caso de dispersarse la plaga o invada dichas zonas.



CVEGEO	Municipio	Control	Riesgo
30200	Zentla		Alto
30043	Comapa		
30162	Tenampa		
30134	Puente Nacional		
30024	Tlaltetela		
30088	Jalcomulco		
30017	Apazapan		
30142	San Juan Evangelista		
30007	Camarón de Tejada		
30126	Paso de Ovejas		
30176	Tlacojalpan		
30094	Juan Rodríguez Clara		
30125	Paso del Macho		
30071	Huatusco		
30190	Tuxtilla		
30179	Tlacotepec de Mejía		
30003	Acayucan		Medio
30119	Otatitlán		
30208	Carlos A. Carrillo		
30077	Isla		

CVEGEO	Municipio	Riesgo
30199	Zaragoza	Medio
30059	Chinameca	
30048	Cosoleacaque	
30053	Cuitláhuac	
30123	Pánuco	
30169	José Azueta	
30104	Mecayapan	
30073	Hueyapan de Ocampo	
30207	Tres Valles	
30122	Pajapan	
30056	Chiconamel	
30039	Coatzacoalcos	
30188	Totutla	
30031	Carrillo Puerto	
30149	Soteapan	
30055	Chalma	
30174	Tierra Blanca	
30161	Tempoal	
30091	Jesús Carranza	
30004	Actopan	

Contacto

Correo: alerta.fitosanitaria@senasica.gob.mx
Teléfono gratuito: 800 987 987 9

Anexo 1.- En total son 14 municipios identificados con nivel de riesgo alto y presencia de cultivos agrícolas que se verían afectados en caso de dispersarse la plaga o invada dichas zonas.

CVEGEO	Municipio	Riesgo
30070	Hidalgotitlán	Medio
30054	Chacaltianguis	
30209	Tatahuicapan de Juárez	
30148	Soledad de Doblado	
30049	Cotaxtla	
30108	Minatitlán	
30009	Alto Lucero de Gutiérrez Barrios	
30011	Alvarado	
30013	Naranjos Amatlán	
30015	Angel R. Cabada	
30016	La Antigua	
30023	Atzalan	
30032	Catemaco	
30033	Cazones de Herrera	
30034	Cerro Azul	
30035	Citlaltépetl	
30037	Coahuatlán	
30040	Coatzintla	
30042	Colipa	
30045	Cosamaloapan de Carpio	
30051	Coyutla	
30052	Cuichapa	
30057	Chiconquiaco	
30058	Chicontepepec	
30060	Chinampa de Gorostiza	
30061	Las Choapas	
30063	Chontla	
30064	Chumatlán	
30065	Emiliano Zapata	
30066	Espinal	
30069	Gutiérrez Zamora	
30075	Ignacio de la Llave	
30078	Ixcatepec	
30082	Ixhuatlán del Sureste	
30083	Ixhuatlán de Madero	
30084	Ixmatlahuacan	
30089	Jáltipan	
30090	Jamapa	
30095	Juchique de Ferrer	
30100	Manlio Fabio Altamirano	
30102	Martínez de la Torre	
30105	Medellín de Bravo	
30106	Miahuatlán	
30109	Misantla	
30111	Moloacán	

CVEGEO	Municipio	Riesgo
30114	Nautla	Medio
30116	Oluta	
30117	Omealca	
30120	Oteapan	
30121	Ozuluama de Mascareñas	
30124	Papantla	
30129	Platón Sánchez	
30130	Playa Vicente	
30139	Saltabarranca	
30141	San Andrés Tuxtla	
30143	Santiago Tuxtla	
30144	Sayula de Alemán	
30145	Soconusco	
30150	Tamalín	
30151	Tamiahua	
30152	Tampico Alto	
30153	Tancoco	
30154	Tantima	
30155	Tantoyuca	
30158	Tecolutla	
30160	Álamo Temapache	
30166	Tepetlán	
30167	Tepetzintla	
30172	Texistepec	
30175	Tihuatlán	
30178	Tlacotalpan	
30181	Tlalixcoyan	
30183	Tlapacoyan	
30187	Tonayán	
30189	Tuxpan	
30191	Ursulo Galván	
30192	Vega de Alatorre	
30193	Veracruz	
30196	Yanga	
30204	Agua Dulce	
30205	El Higo	
30206	Nanchital de Lázaro Cárdenas del Río	
30211	San Rafael	
30212	Santiago Sochiapan	
30210	Uxpanapa	
30001	Acajete	Bajo
30002	Acatlán	
30005	Acula	
30006	Acultzingo	
30008	Alpatláhuac	
30010	Altotonga	

Anexo 1.- En total son 14 municipios identificados con nivel de riesgo alto y presencia de cultivos agrícolas que se verían afectados en caso de dispersarse la plaga o invada dichas zonas.

CVEGEO	Municipio	Riesgo
30012	Amatitlán	Bajo
30014	Amatlán de los Reyes	
30018	Aquila	
30019	Astacinga	
30020	Atlahuilco	
30021	Atoyac	
30022	Atzacan	
30025	Ayahualulco	
30026	Banderilla	
30027	Benito Juárez	
30028	Boca del Río	
30029	Calchualco	
30030	Camerino Z. Mendoza	
30036	Coacoatzintla	
30038	Coatepec	
30041	Coetzala	
30044	Córdoba	
30046	Cosautlán de Carvajal	
30047	Coscomatepec	
30050	Coxquihui	
30062	Chocamán	
30067	Filomeno Mata	
30068	Fortín	
30072	Huayacocotla	
30074	Huiloapan de Cuauhtémoc	
30076	Ilamatlán	
30079	Ixhuacán de los Reyes	
30080	Ixhuatlán del Café	
30081	Ixhuatlancillo	
30085	Ixtaczoquitlán	
30086	Jalacingo	
30087	Xalapa	
30092	Xico	
30093	Jilotepec	
30096	Landero y Coss	
30097	Lerdo de Tejada	
30098	Magdalena	
30099	Maltrata	
30101	Mariano Escobedo	
30103	Mecatlán	
30107	Las Minas	
30110	Mixtla de Altamirano	
30112	Naolinco	
30113	Naranja	
30115	Nogales	
30118	Orizaba	
30127	La Perla	

CVEGEO	Municipio	Riesgo
30128	Perote	Bajo
30131	Poza Rica de Hidalgo	
30132	Las Vigas de Ramírez	
30133	Pueblo Viejo	
30135	Rafael Delgado	
30136	Rafael Lucio	
30137	Los Reyes	
30138	Río Blanco	
30140	San Andrés Tenejapan	
30146	Sochiapa	
30147	Soledad Atzompa	
30156	Tatatila	
30157	Castillo de Teayo	
30159	Tehuipango	
30163	Tenochtitlán	
30164	Teocelo	
30165	Tepatlatxco	
30168	Tequila	
30170	Texcatepec	
30171	Texhuacán	
30173	Tezonapa	
30177	Tlacolulan	
30180	Tlachichilco	
30182	Tlalnelhuayocan	
30184	Tlaquilpa	
30185	Tlilapan	
30186	Tomatlán	
30194	Villa Aldama	
30195	Xoxocotla	
30197	Yecuatla	
30198	Zacualpan	
30201	Zongolica	
30202	Zontecomatlán de López y Fuentes	
30203	Zozocolco de Hidalgo	

Glosario de términos

Agroclimático: Término que hace referencia a la influencia que tienen los factores climáticos en la producción. Una vez conseguido este objetivo su aplicación garantiza la utilización racional de este conocimiento en la toma de decisiones para la optimización de la planificación agrícola.

Análisis espacial multicriterio (AEMC): El AEMC ofrece la posibilidad de definir los estándares metodológicos para el mapeo de servicios ecosistémicos, esta técnica es flexible en su forma, permite rescatar la opinión de expertos y actores sociales, la cual es espacializada a través de una plataforma de Sistemas de Información Geográfica (SIG). La evaluación multicriterio incorpora la opinión o percepción de los actores en las variables y criterios que componen el modelo de evaluación. Los criterios son seleccionados, cuidadosamente, por expertos (evitando la presencia de sesgos), para luego ser ponderados y valorados por los actores locales, mientras que los SIG permiten integrar las variables y sus criterios con atributos geoespaciales.

Consiste en identificar las variables de análisis y generar capas de información geoespacial (Esse, et al., 2014). Cada variable se pondera mediante el método de análisis jerárquico ponderado con el objetivo de identificar las variables que podrían estar determinando la presencia de la langosta centroamericana y delimitar esas zonas de interés.

Área gregarígena: Sitio donde se opera la transformación fásica en el sentido = solitaria-transiens-congregans, gregaria.

Área de invasión: Área geográfica determinada que tiene condiciones favorables para el establecimiento, cópula, reproducción y gregarización de la langosta, dondese forman las mangas y/o bandos.

Bando: Agrupamiento de ninfas de color oscuro con rojo, con desplazamiento en dirección definida, formada por individuos gregarios que pueden cubrir desde unos metros a varios kilómetros cuadrados

Canal endémico/Corredor endémico: Es la representación gráfica del número de casos que se presentan en un área en períodos definidos (semana, mes), comparado con los datos de años anteriores (5 o 7 años). Permite ver representada gráficamente la incidencia actual de una plaga sobre la incidencia histórica de la misma, dando lugar a la detección temprana de cifras anormalmente altas (o bajas) de los casos de la plaga en estudio.

Combate: utilización de cualquier medio químico, cultural o biológico para mantener una plaga a una densidad menor a los daños económicos que pudiera causar.

Conspicuo: Eminente, notable, llamativo, sobresaliente, ilustre, visible.

Control (de una plaga): Supresión, contención o erradicación de una población de plagas

Curva epidemiológica: Es un gráfico estadístico utilizado en epidemiología para visualizar el inicio de un brote epidémico.

Densidad: Número de individuos de langosta (alados o saltones) por unidad de superficie.

Dependencia económica: Es una situación en la que una región o área depende de otro con un nivel productivo mayor, para su crecimiento económico, debido a sus fuertes vínculos financieros, o comerciales.

Diapausa imaginal: Interrupción del desarrollo sexual, debido a las condiciones ambientales, se presenta principalmente por la época seca.

Dinámica poblacional: La dinámica poblacional o de poblaciones comprende el estudio de todas las variaciones que experimenta un conjunto de individuos de una misma especie. Estos cambios se miden en términos de variabilidad de parámetros como número de individuos, crecimiento poblacional, estructura social y de edades, entre otras.

Estadio: Cada una de las etapas por las que pasa un insecto durante su ciclo biológico.

Etapas fásicas: La "langosta" durante su ciclo de vida presenta "transformaciones" (polimorfismo), los cuales debido a un incremento en la densidad poblacional modifican su comportamiento, pasando de la fase solitaria a una fase gregaria, alterándose posteriormente su color y forma. Si los grupos están compuestos por adultos alados se llaman "mangas", si sus miembros son ninfas se denominan "bandos".

Fluctuaciones poblacionales: Cambios en la densidad de población, que describen oscilaciones cíclicas en el número de individuos, dependiendo de variaciones estacionales de clima, disponibilidad de alimento, entre otros (factores bióticos y abióticos), que son resultado de controles intrínsecos del tamaño poblacional; estas fluctuaciones denotan una condición de equilibrio dinámico a la población.

Gregarización: Agrupación de individuos por inmigración o multiplicación en áreas delimitadas, formando bandos o mangas.

Impacto potencial: La asignación de un valor de impacto potencial es una forma de cuantificar los efectos negativos que puede tener una especie plaga, respecto de otras. Asimismo, el potencial de control es una medida relativa de la facilidad con que puede ser controlada o erradicada la especie plaga.

Índice Normalizado de Precipitación: Cuantifica el déficit de precipitación para varias escalas temporales, las cuales reflejan el impacto de la sequía en la disponibilidad de los diferentes recursos hídricos; valores SPI < -1 indican una condición de sequía, cuanto más negativo el valor, más severa la condición de sequía. Valores SPI > +1 indican condiciones más húmedas comparadas con una climatología. Para este caso se determinó usar un SPI de tres meses que ofrece una comparación de la precipitación sobre un período de tres meses específicos con los totales de precipitación del mismo período de tres meses para todos los años incluidos en el registro histórico. Refleja condiciones de humedad a corto y mediano plazo y formula una estimación estacional de la precipitación, por lo que en cuestiones agrícolas puede ser más eficaz.

Contacto

Correo: alerta.fitosanitaria@senasica.gob.mx

Teléfono gratuito: 800 987 987 9

Glosario de términos

Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI): Es un tipo de índice de vegetación obtenido a partir de imágenes satelitales de tipo multiespectral. Es uno de los índices más utilizados para el monitoreo global del estado fitosanitario de la vegetación ya que permite identificar fácilmente las zonas de mayor densidad y salud de las coberturas vegetales. Se calcula con las bandas espectrales del rojo (RED) y el infrarrojo cercano (NIR) aplicando la siguiente fórmula:

$$NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED)$$

Los valores del NDVI se expresan desde -1.0 a 1.0, siendo los valores negativos las zonas con nubes, agua y nieve, mientras que los valores cercanos a cero corresponden a suelos desnudos. Los valores mayores a 0 indican la presencia de vegetación, desde escasa (menor a 0.2) hasta muy densa (mayor a 0.6), teniendo que los valores más altos del NDVI indican zonas con vegetación sana (verde), con buen contenido de humedad y muy densa, por ejemplo bosques o cultivos forestales bajo riego.

Índice de Vegetación Ajustado al Suelo (SAVI): Es un tipo de índice de vegetación obtenido a partir de imágenes satelitales de tipo multiespectral que fue diseñado para reducir los errores del brillo del suelo en los índices de vegetación. Es más utilizado en regiones áridas o donde la vegetación está muy dispersa y es escasa. Este índice agrega un factor de ajuste del suelo (L) a las bandas espectrales del rojo (RED) y el infrarrojo cercano (NIR) mediante la siguiente fórmula:

$$SAVI = (NIR - RED) / (NIR - RED + L) * (1 + L)$$

Al igual que el NDVI, el SAVI se expresa desde -1.0 a 1.0, siendo los valores negativos las zonas con nubes, agua y nieve, mientras que los valores cercanos a cero corresponden a suelos desnudos. Los valores mayores a 0 indican la presencia de vegetación, siendo los valores cercanos a 1 las zonas con mayor concentración de vegetación.

Índice de Humedad de la Vegetación de Diferencia Normalizada (NDWI): Es un tipo de índice de vegetación que permite resaltar el contenido de humedad en la vegetación y de la capa más superficial del suelo. Se utiliza para identificar zonas agrícolas inundadas, tierras de regadío o distribución de humedales. Existen diferentes fórmulas para su cálculo, pero la más utilizada es la diseñada por Gao (1996) que utiliza las bandas espectrales del infrarrojo (NIR) y el infrarrojo cercano de onda corta (SWIR) mediante la siguiente fórmula:

$$NDWI = (NIR - SWIR) / (NIR + SWIR)$$

Al igual que el NDVI y el SAVI, el NDWI se expresa con valores desde -1.0 a 1.0, siendo los valores negativos las zonas con nubes, cuerpos profundos de agua y nieve, mientras que los valores cercanos a cero corresponden a suelos secos y desprovistos de vegetación. Los valores mayores a 0 indican la presencia de vegetación con humedad, siendo los valores cercanos a 1 las zonas con mayor concentración de humedad en la vegetación y el suelo.

Langosta solitaria: Individuos dispersos en grandes áreas, sin movimiento definido, con baja actividad, poco voraces, con dimorfismo sexual y ninfas de color verde.

Langosta transiens: Evolución de la fase solitaria a gregaria o viceversa; los saltones con diferentes colores: verde manchado, amarillento, amarillo o rosa.

Langosta gregaria: Individuos siempre agrupados en pequeñas o medianas áreas, muy activos, con movimiento definido, muy voraces, se desplazan en mangas y/o bandas, sin dimorfismo sexual y saltones negros con rojo.

Manchones: Agrupación de langosta (adulto o ninfa) proveniente de individuos solitarios dispersos, debido a la acción de factores diversos como quema, inundación, sequía prolongada o pastoreo.

Manga: Conjunto o agrupación de langosta gregaria en estado adulto volador, capaz de desplazarse a grandes distancias, muy voraz y activa.

Ninfa: Estado inmaduro de la langosta, semejante al adulto, pero sin alas o con primordios de alas y no es fértil.

OIRSA: Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria.

Perspectiva climática: La Perspectiva del Clima es una estimación sobre el posible comportamiento de la lluvia y la temperatura realizada con herramientas estadísticas, comparación con años análogos y análisis de los resultados de modelos globales y regionales sobre las temperaturas de la superficie del mar, los patrones de viento, presión atmosférica y la precipitación, que tienen como objetivo complementar las actividades de pronóstico.

Riesgo fitosanitario: Es la evaluación del impacto fitosanitario o agroecológico que se determina ante el supuesto de la introducción o establecimiento de un organismo en un lugar del cual no es nativo o no está establecido;

Riesgo de plagas: Probabilidad de introducción y dispersión de una plaga y magnitud de las potenciales consecuencias económicas asociadas a ella.

Saltón: Estado inmaduro de langosta denominado ninfa, recién emergida del huevecillo y sin alas.

Transgregans: Individuo en la fase de transición, al pasar de la fase solitaria a la gregaria.

Transiens congregans: Forma intermedia por la que pasa la langosta cuando cambia de la fase solitaria a la fase gregaria.

Transiens disocians: Forma intermedia por la que pasa la langosta cuando cambia de la fase gregaria a la fase solitaria.

Zonas potenciales: Áreas con probabilidad de desarrollo y/o dispersión de la plaga conforme a sus requerimientos térmicos y zonas con disponibilidad de los diferentes recursos hídricos.