



N° 09

Septiembre 2022



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



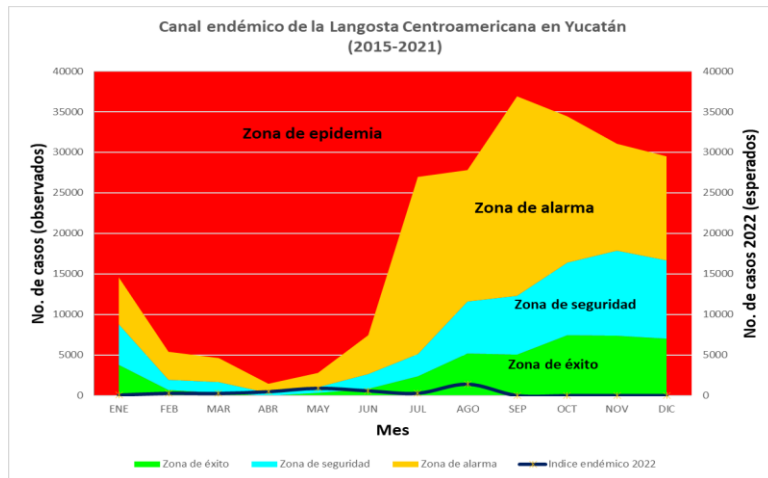
Colaboración Técnico-Científica:

Dirección en Jefe
Dirección General de Sanidad Vegetal
Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias del Campo Experimental Bajío
Comité de Sanidad Vegetal del Estado de Yucatán

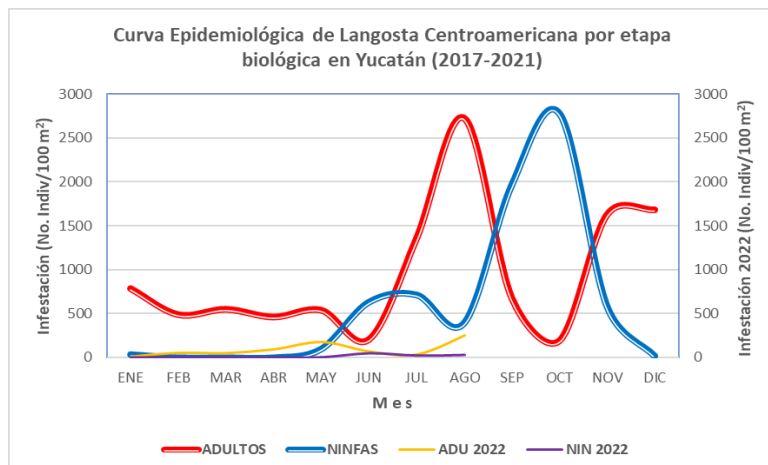
El Sistema de Alerta temprana del SENASICA enfocado a la Langosta Centroamericana en el estado de Yucatán, y conforme al análisis espacial multicriterio derivado de la información de los censos realizados en campo, datos agroclimáticos favorables pronosticados y antecedentes de la plaga, se emite el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

1 Comportamiento histórico y dinámica poblacional de la plaga (2015-2022)

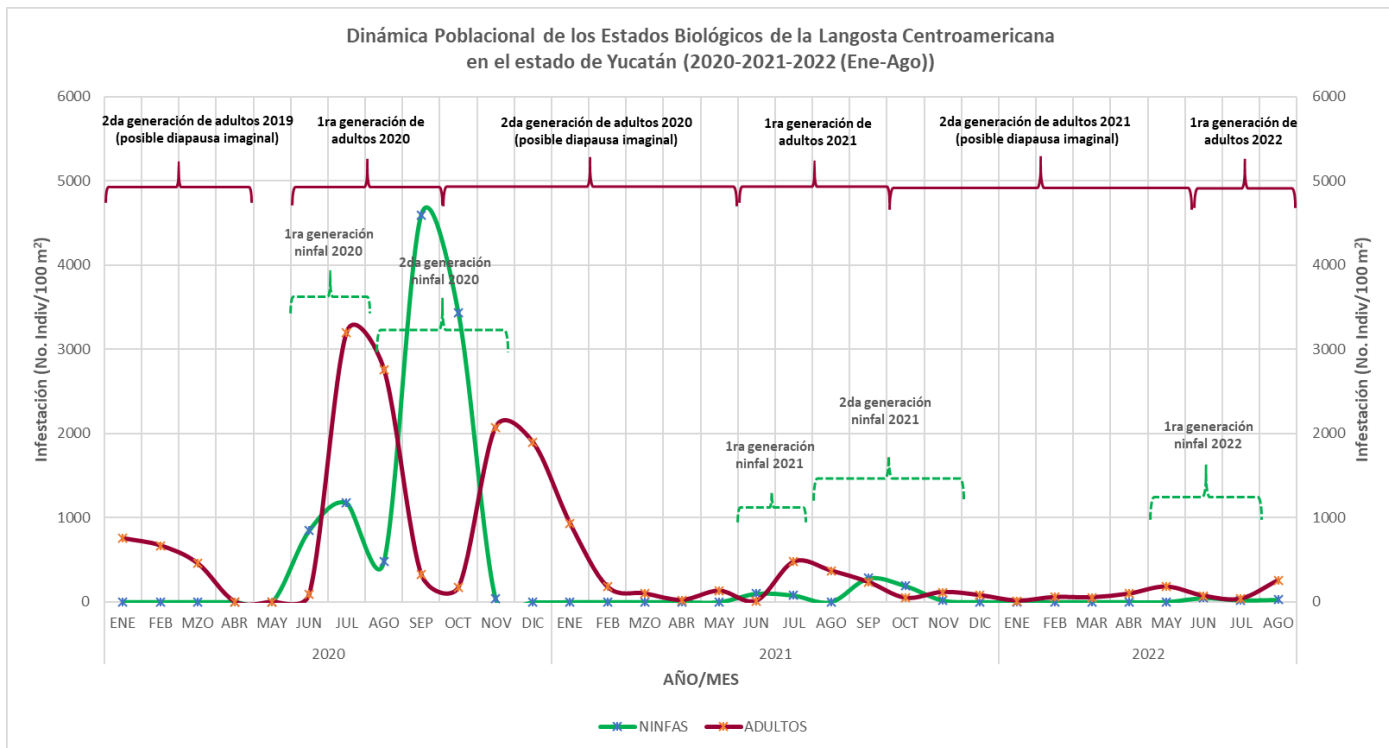
- Conforme al gráfico de canal endémico se observa mayor actividad poblacional de la langosta Centroamericana en el 2do semestre del ciclo anual, particularmente a partir del mes de junio. Destacan picos poblacionales importantes en los meses de enero ($n=5,773$), julio ($n=21,857$), septiembre ($n=24,583$) y diciembre ($n=12,789$). El índice endémico de los meses de febrero a mayo se registraron en los límites de la zona de seguridad y zona de alarma, los meses de junio a agosto se registraron en la zona de éxito.



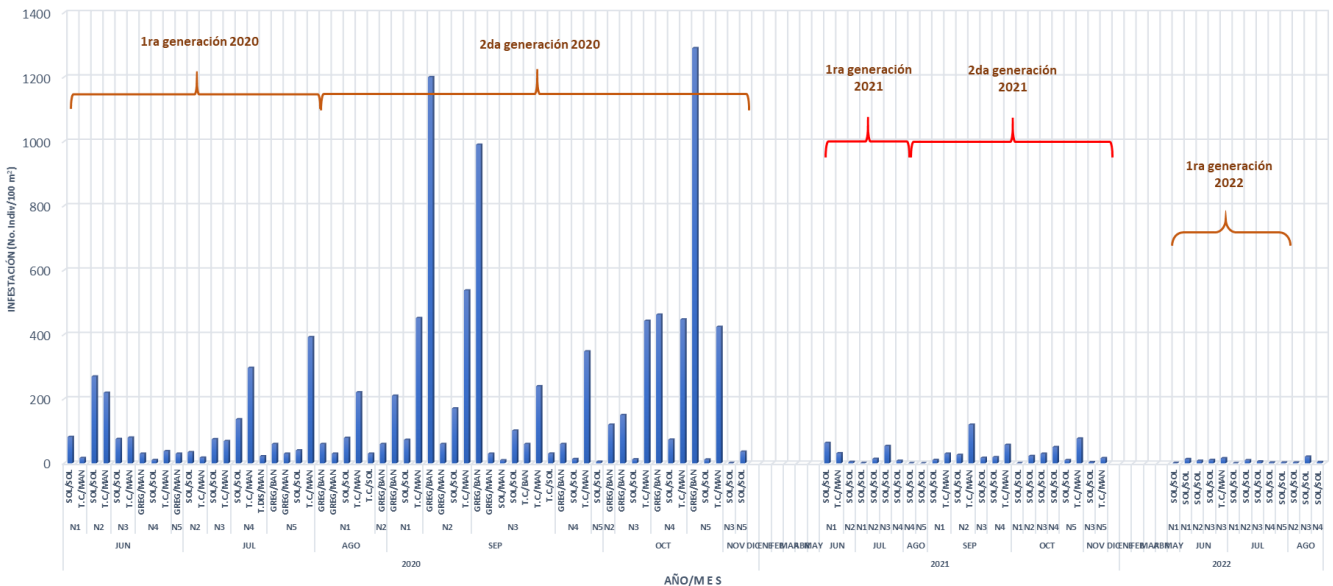
- Conforme al gráfico de la curva epidemiológica se observa que en el mes de agosto se aprecia un pico máximo de adultos pero mínimo de ninfas y en el mes de octubre se observa un máximo de ninfas pero mínimo de adultos. Para ambos estados biológicos es notoria la confección poblacional de la 1ra y 2da generación.
- Con respecto al año 2022, los adultos inician el ciclo anual (Enero-marzo) con densidades poblacionales bajas ($n= 597$). Sin embargo, de abril a agosto aumentaron las detecciones de adultos y ninfas ($n= 3,632$), con un índice endémico de $n= 851.6$. Se presentaron los primeros estadios ninfales en el mes de mayo, aumentando en junio.



- En el gráfico de la Dinámica Poblacional de los Estados Biológicos se observó que en **2020, los niveles máximos de infestación de adultos de la plaga se destacan en los meses de julio y noviembre que corresponden a la 1ra y 2da generación, respectivamente**. En relación a las ninfas, en los meses de julio y septiembre se observan picos de infestación importantes, mismos que corresponden a la 1ra y 2da generación, respectivamente. Asimismo, **en los meses de enero a marzo los adultos presentan, presumiblemente, la diapausa imaginal, que se caracteriza por una menor densidad poblacional derivado del termotropismo y fototropismo en respuesta a las condiciones climáticas extremas de su entorno (nicho ecológico)**.
- **Para el 2021**, se registraron poblaciones de adultos entre los meses de enero a mayo, posiblemente estos individuos pertenezcan a la 2da generación 2020 que se reactivan después de concluir la diapausa imaginal. **Es importante mencionar que durante el período de diciembre de 2020 a mayo de 2021 (6 meses) no se tienen registros de estadios ninfales**. Se observan niveles bajos de infestación de adultos entre los meses de julio a septiembre de 2021, correspondientes a la 1ra generación. La 2da generación se observó entre los meses de octubre de 2021 a mayo de 2022. Con respecto a las ninfas, la 1ra generación presenta fluctuaciones poblacionales poco definidas (junio a julio); la 2da generación inicia en el mes de agosto y finaliza en noviembre.
- **Para el 2022**, en los meses de **enero a julio se registraron niveles bajos de infestación en adultos, se tuvo un incremento de la población en los meses de abril, mayo y agosto. Asimismo, se registro la 1ra generación de estadios ninfales de mayo a julio, con un pico poblacional en junio.**



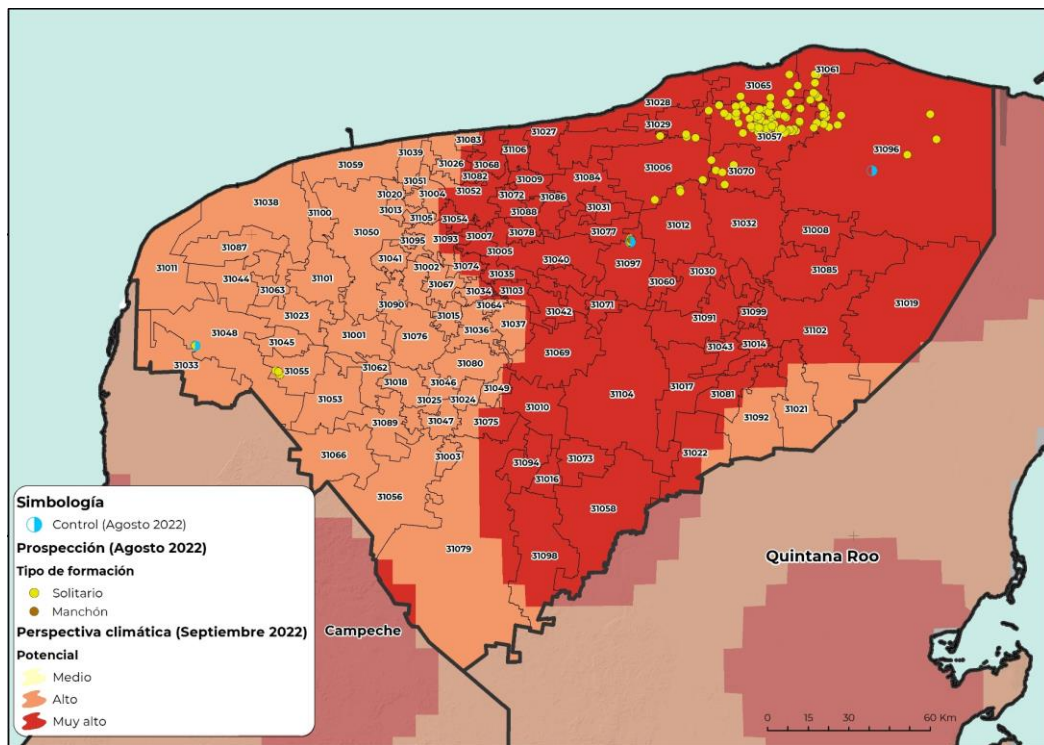
- En el gráfico de fluctuaciones poblacionales de ninfas de 2020 a 2022, se observa que para el año 2020 la 1ra generación tuvo sus inicios en el mes de junio para concluir en el mes de julio, registrándose estadios ninfales N1-N5. **La 2da generación inició en el mes de agosto para concluir en el mes de noviembre**; las mayores densidades se presentaron en los **meses de septiembre y octubre (pico máximo poblacional)**, destacando **la Etapa fásica/tipo de formación: Gregaria/Bando**. En esta generación se registraron instares N2-N5. **Es importante mencionar que entre los meses de diciembre de 2020 y mayo de 2021 (6 meses) no se registraron estadios ninfales**.
- Para el año 2021, la **1ra generación empezó a partir del mes junio para concluir el mes de julio**; durante esta generación **destaca la Etapa fásica/Tipo de formación: Solitaria/Solitario y Transciens congregans/Manchón**. En esta generación se registraron instares N1-N4. **La 2da generación inició en el mes de agosto para concluir en el mes de noviembre**, la mayor densidad poblacional se presentó en el mes de septiembre donde destacó la **Etapa fásica/Tipo de formación: Transciens congregans/Manchón y Solitaria/Solitario**. En esta generación se registraron instares N1-N5.
- Para el año 2022, **se presentaron los primeros estadios ninfales en el mes de mayo**, iniciando la **1ra generación en densidades poblacionales bajas**, destacando la **Etapa fásica/Tipo de formación: Solitaria/Solitario**. En esta generación se han registrado instares N1-N5.

Fluctuaciones Poblacionales de Estadios Ninfales de la Langosta Centroamericana en el estado de Yucatán (2020-2021-2022 (Ene-Ago))


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 Yucatán se pronostican condiciones potencialmente altas y muy altas para el desarrollo de la plaga en el mes de septiembre.

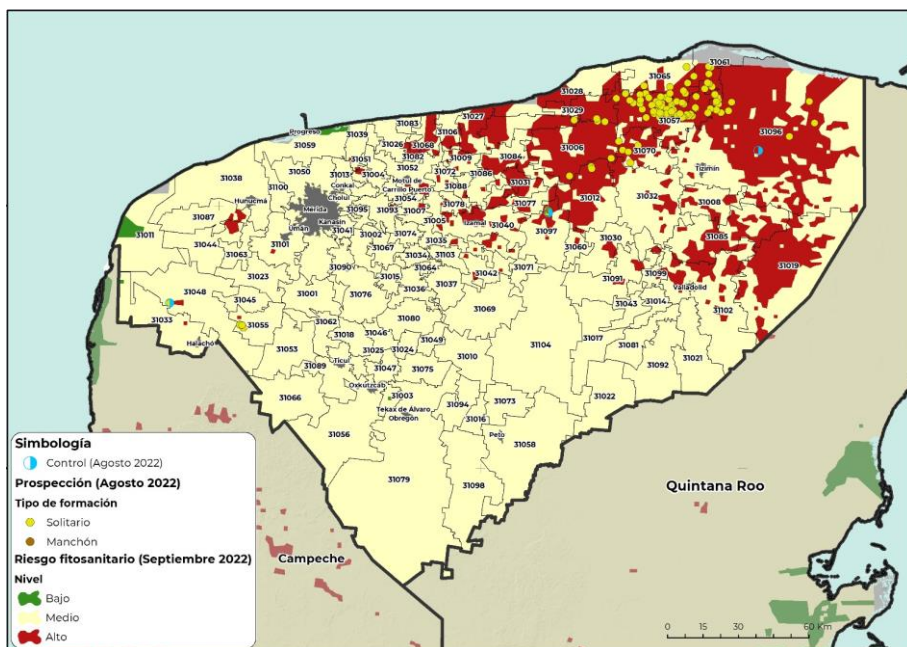


3

Situación actual de la plaga y determinación del riesgo fitosanitario asociado

Análisis y estudio de riesgo espacial-multicriterio

- Durante el mes de agosto las poblaciones de la langosta centroamericana se registraron principalmente en **pasto, maíz de temporal y monte en desarrollo vegetativo**.
- No se registraron mangas.
- **Tres municipios** con actividades de control en 20 ha.
- Las zonas de riesgo medio se localizan cercanas a las localidades de Calotmul, Chemax, Temozón, Tizimín, entre otros
- **En total, 17 municipios son los que presentan riesgo alto (Anexo 1).**



Contacto

Correo: alerta.fitosanitaria@senasica.gob.mx

Teléfono gratuito: 800 987 987 9

4

Impacto económico conforme al modelo espacial multicriterio

Se identifican **17 municipios en riesgo alto** con aproximadamente **18,714 ha** de cultivos agrícolas de hospedantes susceptibles al mes de Septiembre.



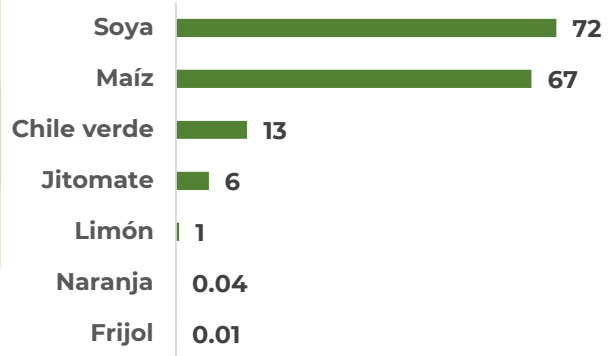
159 Mdp

Posible afectación a **409,958ha de pastos y praderas con un valor de 1,411 Mdp.**

Impacto económico en los municipios con riesgo alto.

La dependencia económica* en promedio es de **78%** para los **municipio en riesgo alto.**

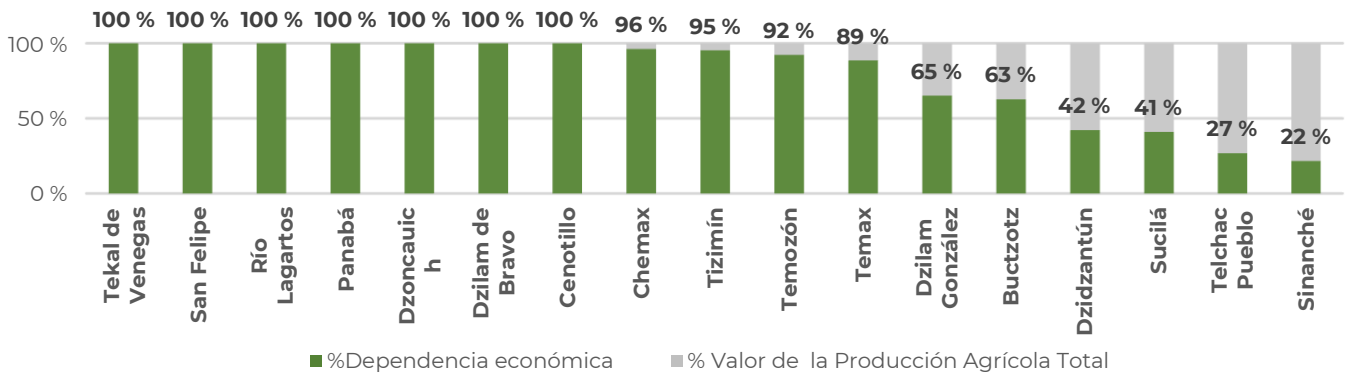
Valor de la producción de cultivos hospedantes en riesgo alto (Mdp)



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

-Información obtenida de SIAP 2021 con cultivos de seguimiento económico a nivel municipal.

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



Proyección de superficie sembrada de cultivos hospedantes con probable impacto en municipio de riesgo alto

Municipio	Hospedante	Superficie sembrada (ha)	Dependencia económica
Tizimín	Maíz, Soya, jitomate, Limón y Chile verde.	8,772	95 %
Temozón	Maíz, jitomate y Chile verde.	2,006	92 %
Temax	Maíz.	430	89 %
Telchac Pueblo	Maíz, jitomate y Chile verde.	18	27 %
Tekal de Venegas	Maíz.	138	100 %

Continúa en la siguiente hoja

-Los datos pueden estar redondeados al inmediato superior.

Proyección de superficie sembrada de cultivos hospedantes con probable impacto en municipio de riesgo alto

Municipio	Hospedante	Superficie sembrada (ha)	Dependencia económica
Sucilá	Maíz y jitomate.	109	41 %
Sinanché	Maíz, jitomate y Chile verde.	19	22 %
San Felipe	Maíz.	9	100 %
Río Lagartos	Maíz.	16	100 %
Panabá	Maíz y Chile verde.	124	100 %
Dzoncauich	Maíz.	278	100 %
Dzilam González	Maíz, jitomate y Chile verde.	311	65 %
Dzilam de Bravo	Maíz.	16	100 %
Dzidzantún	Maíz, jitomate, Naranja y Chile verde.	28	42 %
Chemax	Maíz, jitomate y Chile verde.	5,739	96 %
Cenotillo	Maíz.	450	100 %
Buctzotz	jitomate, Maíz, Frijol y Chile verde.	251	63 %
Total general:		18,714	78 %

Nota: los datos pueden estar redondeados al inmediato superior.

Impacto Potencial en Pastos y Praderas***

Municipio	Superficie sembrada (ha)	Volumen de la Producción (ton)	Valor de la Producción (Mdp)
Tizimín	185,187	1,524,807	502
Dzilam González	27,082	364,901	237
Buctzotz	34,356	308,790	103
Panabá	37,870	308,172	102
Temozón	27,711	240,239	78
Sucilá	19,756	211,781	72
Cenotillo	28,661	201,189	66
Temax	5,666	77,319	51
Dzidzantún	4,751	67,599	44
Dzilam de Bravo	5,127	64,203	41
Dzoncauich	4,183	55,898	36
San Felipe	14,059	97,617	32
Río Lagartos	7,469	53,265	17
Tekal de Venegas	1,933	19,375	10
Chemax	4,479	33,512	8
Sinanché	1,037	14,766	7
Telchac Pueblo	630	8,935	4
Total general	409,958	3,652,367	1,411

*Se identifica superficie de pastos y praderas con valor económicos en 17 de los municipios en riesgo alto, SIAP,2021.

5 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:

- **Conforme al gráfico de canal endémico se observa mayor actividad poblacional de la langosta Centroamericana en el 2do semestre del ciclo anual, particularmente a partir del mes de junio. Destacan picos poblacionales importantes en los meses de enero ($n=5,773$), julio ($n=21,857$), septiembre ($n=24,583$) y diciembre ($n=12,788$). El índice endémico de los meses de febrero a mayo se registraron en los límites de la zona de seguridad y zona de alarma, los meses de junio a agosto se registraron en la zona de éxito.**
1. De acuerdo con los gráficos de Curva Epidemiológica y Dinámica Poblacional de Estados Biológicos de la plaga se tiene lo siguiente:

Estado biológico	1ra Generación	Pico máximo poblacional	2da Generación	Pico máximo poblacional
Ninfas	Junio - Julio	Julio	Agosto a Noviembre	Septiembre
Adultos	Junio - Septiembre	Julio-Agosto	Octubre - Mayo	Noviembre-Diciembre

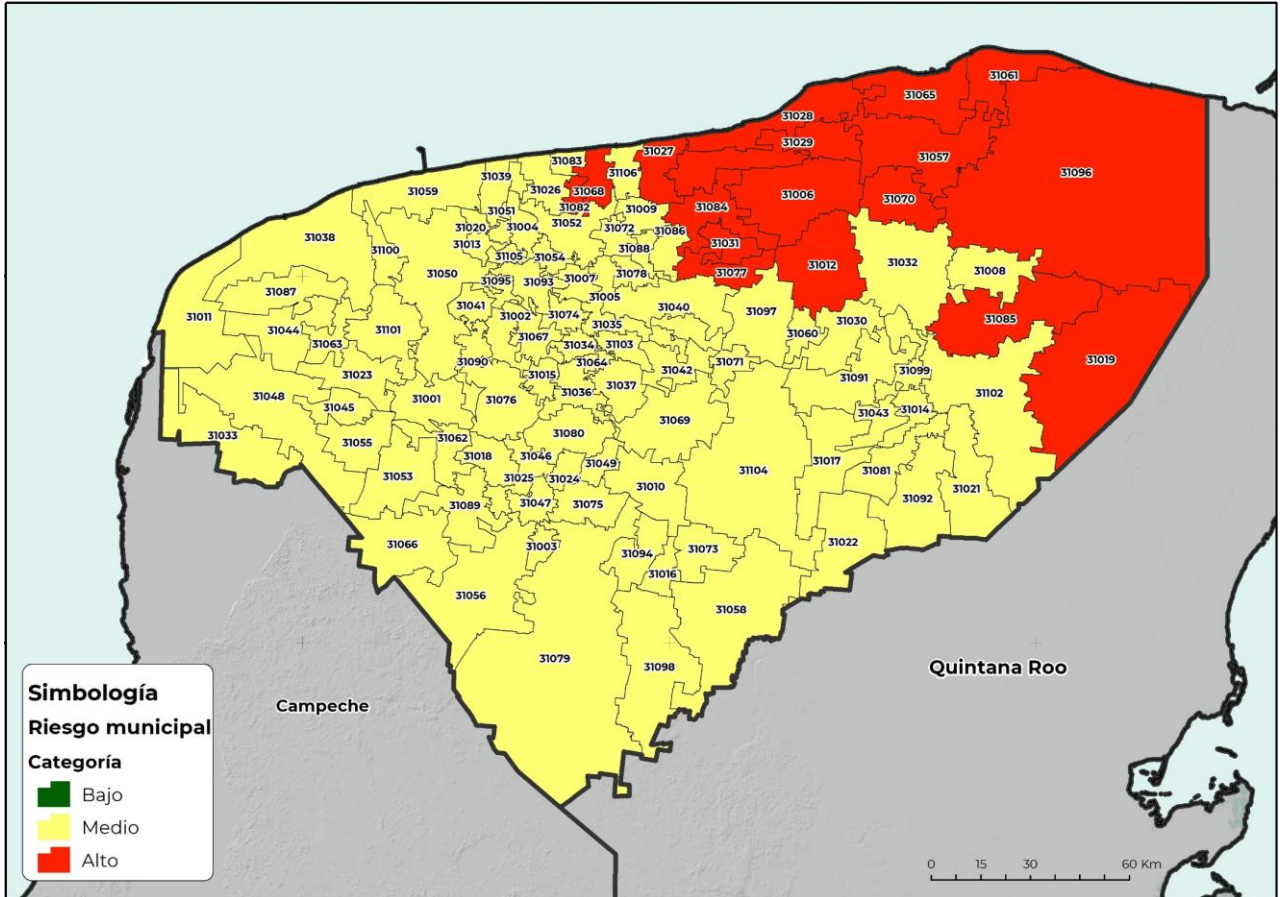
Es importante precisar que las fechas de inicio/fin de la 1ra y 2da generaciones en los estados biológicos de la langosta Centroamericana pueden variar (adelantarse o atrasarse) debido a los factores climáticos que inciden en tiempo/espacio.

2. En el año 2021, se registraron adultos entre los meses de enero a mayo, posiblemente estos individuos pertenezcan a la 2da generación de 2020 que reactivan su actividad después de concluir la diapausa imaginal. **Durante el período de diciembre de 2020 a mayo de 2021 (6 meses) no se registraron instares ninfales. De igual forma, entre los meses de diciembre de 2021 y abril de 2022 no se registraron estadios ninfales, presentándose los primeros instares en el mes de mayo.**
3. Conforme al gráfico de Fluctuaciones Poblacionales de Estadios Ninfales 2020 a 2022; para el año 2021, la 1ra generación **destacan la Etapa fásica/Tipo de formación: Solitaria/Solitario y Transciens congregans/Manchón**, donde se registraron instares N1-N4. La 2da generación inicia su proceso de gestación en el mes de agosto, donde **destaca Transciens congregans/Manchón y Solitaria/Solitario, para concluir en el mes de noviembre.** Durante esta generación se registraron instares N1-N5. Para el año 2022, **se presentaron los primeros estadios ninfales en el mes de mayo, iniciando la 1ra generación en densidades poblacionales bajas, destacando la Etapa fásica/Tipo de formación: Solitaria/Solitario.** En esta generación se han registrado instares N1-N5.

4. Las condiciones de temperatura e índice normalizado de precipitación pronosticadas para el mes de septiembre tienen un potencial muy alto y alto para el desarrollo de la plaga. Se observa que la densidad de la plaga es baja, pero existen zonas donde las condiciones de humedad del suelo y verdor de la vegetación son favorables para el desarrollo de la langosta.

5. Al mes de Septiembre el estado de Yucatán presenta una superficie de hospedantes susceptibles en 17 municipio con 18,714 ha con un valor aproximado de 159 Mdp, representado en promedio a nivel municipal una dependencia económica, respecto al valor total de su producción agrícola de 78%. Destacan por su valor los cultivos como: soya, maíz, chile verde, jitomate, limón, naranja y frijol. Se identifican los municipios de Tekal de Venegas, San Felipe, Río Lagartos, Panabá entre otros, 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 409,958 ha con un valor estimado de 1,411 Mdp.

Anexo 1.- En total son 17 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.



Clave	Municipio	Control (Ha)	Riesgo	Localidad
31006	Buctzotz		Alto	Buctzotz
31012	Cenotillo			Cenotillo
31019	Chemax			Chemax, X-Can, Mucel, Xalau (X-Alau), X-Catzín (Catzín), Sisbichén
31027	Dzidzantún			Santa Clara, San Francisco Manzanilla, Dzidzantún
31028	Dzilam de Bravo			Dzilam de Bravo
31029	Dzilam González			Dzilam González
31031	Dzoncauich			Dzoncauich
31057	Panabá			Panabá, Loché
31061	Río Lagartos			Río Lagartos
31065	San Felipe			San Felipe
31068	Sinanché			San Crisanto, Sinanché
31070	Sucilá			Sucilá
31077	Tekal de Venegas			Tekal de Venegas
31082	Telchac Pueblo			Telchac
31084	Temax			Temax
31085	Temozón			Temozón, Hunukú, Nahbalam
31096	Tizimín	5		Tizimín, Popolnáh, Chan Cenote, Colonia Yucatán, El Cuyo, Dzonot Carretero, Sucopó, Tixcancal, Santa María

Anexo 1.- En total son 89 municipios identificados con nivel de riesgo medio

Clave	Municipio	Control (Ha)	Riesgo
31019	Chemax	5	Medio
31021	Chichimilá		
31020	Chicxulub Pueblo		
31022	Chikindzonot		
31023	Chocholá		
31024	Chumayel		
31013	Conkal		
31014	Cuncunul		
31015	Cuzamá		
31025	Dzan		
31026	Dzemul		
31027	Dzidzantún		
31028	Dzilam de Bravo		
31029	Dzilam González		
31030	Dzitás		
31031	Dzoncauich		
31032	Espita		
31033	Halachó		
31034	Hocabá		
31035	Hoctún		
31036	Homún		
31037	Huhí		
31038	Hunucmá		
31039	Ixil		
31040	Izamal		
31041	Kanasín		
31042	Kantunil		
31043	Kaua		
31044	Kinchil		
31045	Kopomá		
31046	Mama		
31047	Maní		
31048	Maxcanú		
31049	Mayapán		
31050	Mérida		
31051	Mocochá		
31052	Motul		
31053	Muna		
31054	Muxupip		
31055	Opichén		
31056	Oxkutzcab		
31057	Panabá		
31058	Peto		
31060	Quintana Roo		
31061	Río Lagartos		
31062	Sacalum		
31063	Samahil		
31065	San Felipe		
31064	Sanahcat		
31066	Santa Elena		
31067	Seyé		
31068	Sinanché		
31069	Sotuta		
31070	Sucilá		
31071	Sudzal		
31072	Suma		
31073	Tahdziú		
31074	Tahmek		
31075	Teabo		

Anexo 1.- En total son 89 municipios identificados con nivel de riesgo medio

Clave	Municipio	Control (Ha)	Riesgo
31076	Tecoh		Medio
31077	Tekal de Venegas		
31078	Tekantó		
31079	Tekax		
31080	Tekit		
31081	Tekom		
31082	Telchac Pueblo		
31083	Telchac Puerto		
31084	Temax		
31085	Temozón	10	
31086	Tepakán		
31087	Tetiz		
31088	Teya		
31089	Ticul		
31090	Timucuy		
31091	Tinum		
31092	Tixcacalcupul		
31093	Tixkokob		
31094	Tixmehuac		
31095	Tixpéhual		
31096	Tizimín	66	
31097	Tunkás		
31098	Tzucacab		
31099	Uayma		
31100	Ucú		
31101	Umán		
31102	Valladolid		
31103	Xocchel		
31104	Yaxcabá		
31105	Yaxkukul		
31106	Yobaín		

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 geospaciales.

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: Es un estado fisiológico de inactividad con factores desencadenantes y terminantes bien específicos. Se usa para sobrevivir a condiciones desfavorables y predecibles, como temperaturas extremas, sequía o carencia de alimento.

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.

Etapa fásica: 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".

Fototropismo: Corresponde a una respuesta del organismo frente al estímulo luminoso. El fototropismo positivo hace referencia al crecimiento del organismo hacia la fuente de luz, mientras el fototropismo negativo implica un crecimiento del organismo en la dirección contraria a la de la fuente lumínica.

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.

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 multispectral. 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 cobertura vegetales. Se calcula con las bandas espectrales del rojo (RED) y el infrarrojo cercano (NIR) aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{NDVI} = (\text{NIR} - \text{RED}) / (\text{NIR} + \text{RED})$$

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 multispectral 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:

$$\text{SAVI} = (\text{NIR} - \text{RED}) / (\text{NIR} - \text{RED} + L) * (1 + L)$$

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 resalta 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:

$$\text{NDWI} = (\text{NIR} - \text{SWIR}) / (\text{NIR} + \text{SWIR})$$

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 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 contenido 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.

Nicho ecológico: El concepto ecológico de nicho describe, de forma general, el rango de condiciones ambientales, físicas y bióticas, en las cuales una especie, o más precisamente, una población local, puede vivir y perpetuarse exitosamente. Para referirnos al nicho de las especies frecuentemente hacemos énfasis en una o dos variables del ambiente, como las condiciones, el hábitat o los recursos que usan los organismos para su existencia.

Ninfa: Estado inmaduro de la langosta, semejante al adulto, pero sin alas o con primordios alares 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.

Termotropismo: Es la reacción de curvatura provocada por la acción del calor. El calor actúa sobre el crecimiento, volviéndolo anormal, cuando el organismo está expuesto a condiciones térmicas desiguales. Puede ser negativo o positivo.

Transigregans: 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.