



**N° 07**

**Julio 2022**



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



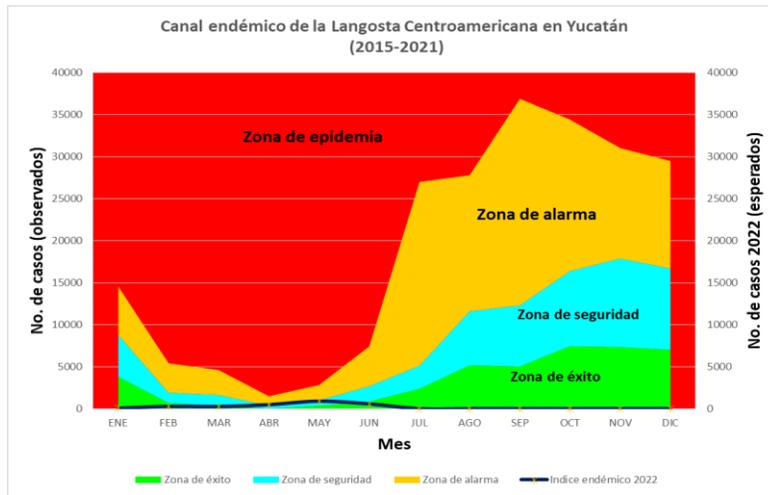
Colaboración Técnico-Científica:

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

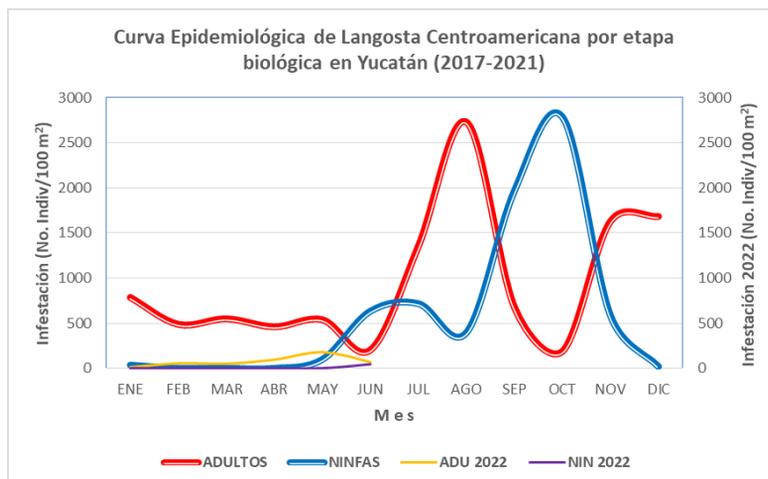
El Sistema de Alerta temprana del SENASICA enfocado a la Langosta Centroamericana en el estado de Yucatán, y conforme al análisis espacial multicriterio derivado de la información de los censos realizados en campo, datos agroclimáticos favorables pronosticados y antecedentes de la plaga, se emite el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

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

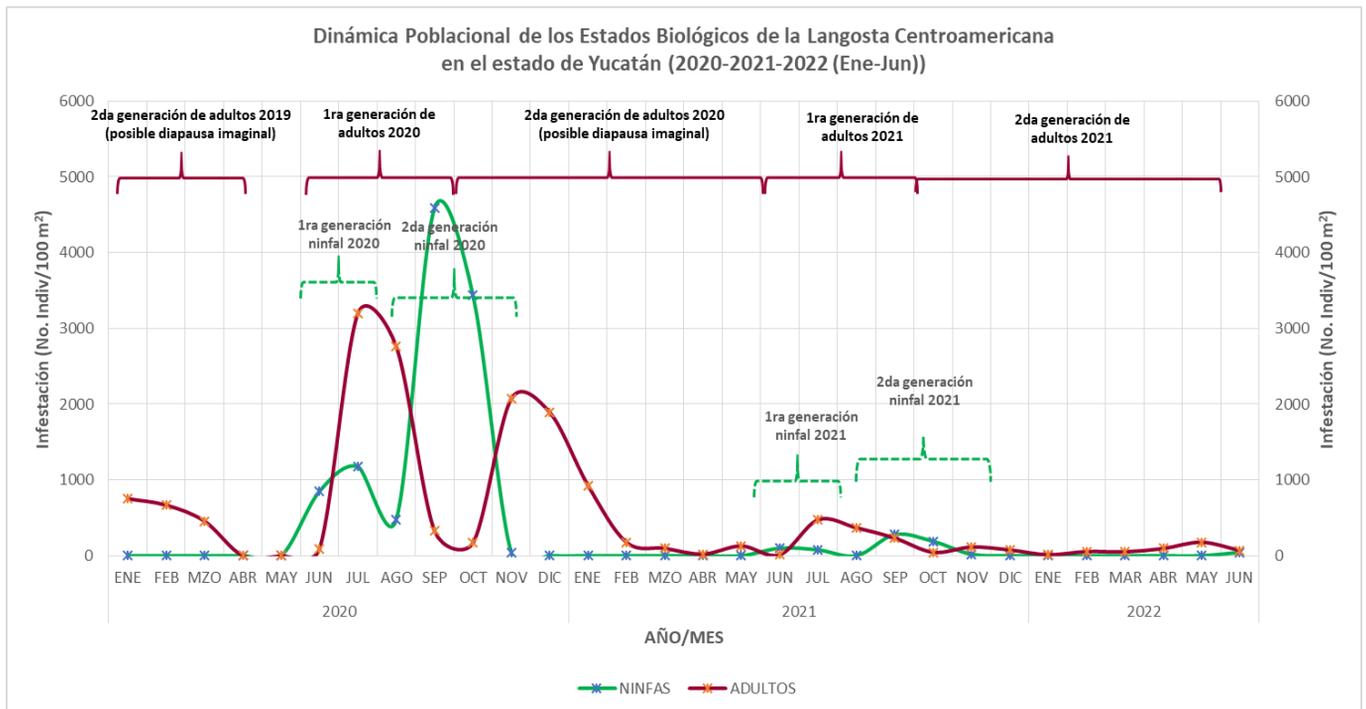
- Conforme al gráfico de canal endémico se observa mayor actividad poblacional de la langosta Centroamericana para el 2do semestre del ciclo anual, particularmente a partir del mes de junio. Destacan picos poblacionales importantes en los meses de enero ( $n=5,773$ ), julio ( $n=21,857$ ), septiembre ( $n=24,583$ ) y diciembre ( $n=12,788$ ). El índice endémico para los meses de enero-mayo se registró en los límites de la zona de seguridad y zona de alarma, el mes de julio se registro 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 junio aumentaron las detecciones ( $n= 1,953$ ), por lo tanto, de enero a junio el índice de infestación es de  $n= 463.6$ . Se presentaron los primeros estadios ninfales en el mes de mayo, aumentando en junio.

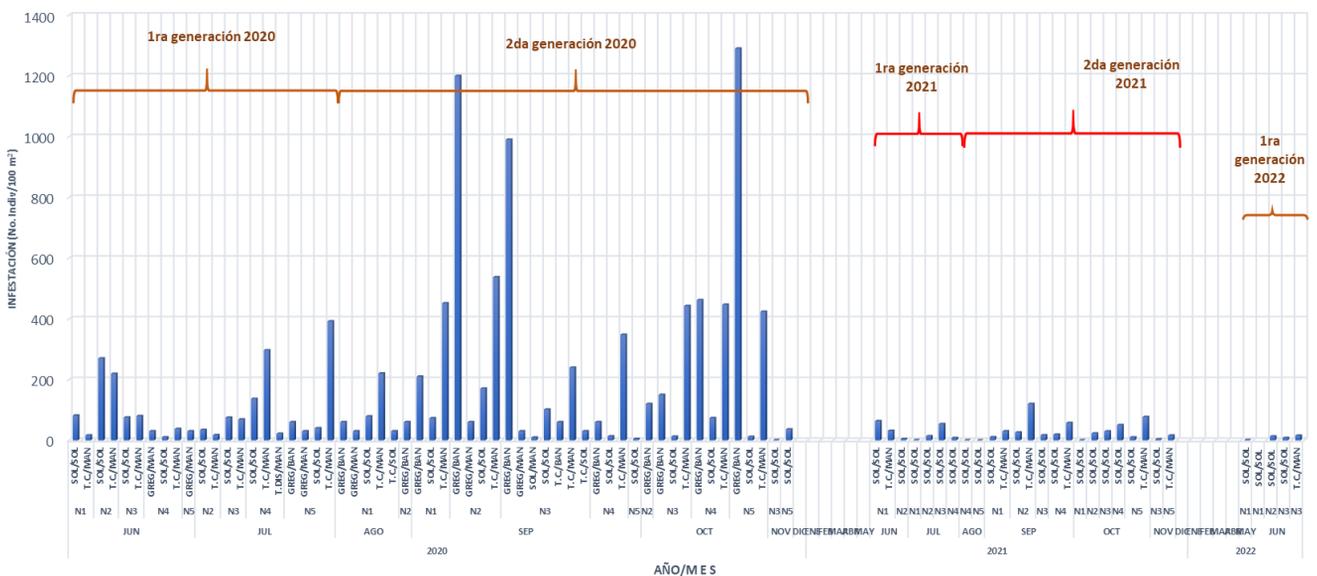


- En el gráfico de la Dinámica Poblacional de los Estados Biológicos se **observó que para 2020, los niveles máximos de infestación de adultos de la plaga se destacan en los meses de julio y noviembre que corresponden a la 1ra y 2da generación, respectivamente**. En relación a las ninfas, en los meses 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 julio-septiembre de 2021, correspondientes a la 1ra generación. La 2da generación se confecciona 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 se presenta entre los meses de agosto a noviembre.
- **Para el 2022**, en los meses de **enero a junio se registraron niveles bajos de infestación en adultos, incrementando en abril y mayo, con un descenso en junio**. Asimismo, **se registraron los primeros estadios ninfales en el mes de mayo, incrementado la población 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 confeccionarse 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, con instares N1**, destacando la **Etapa fásica/Tipo de formación: Solitaria/Solitario**. En el mes de **julio se incremento la población de ninfas con instares N3**, destacando la **Etapa fásica/Tipo de formación: Solitaria/Solitario y Transciens congregans/Manchón**.

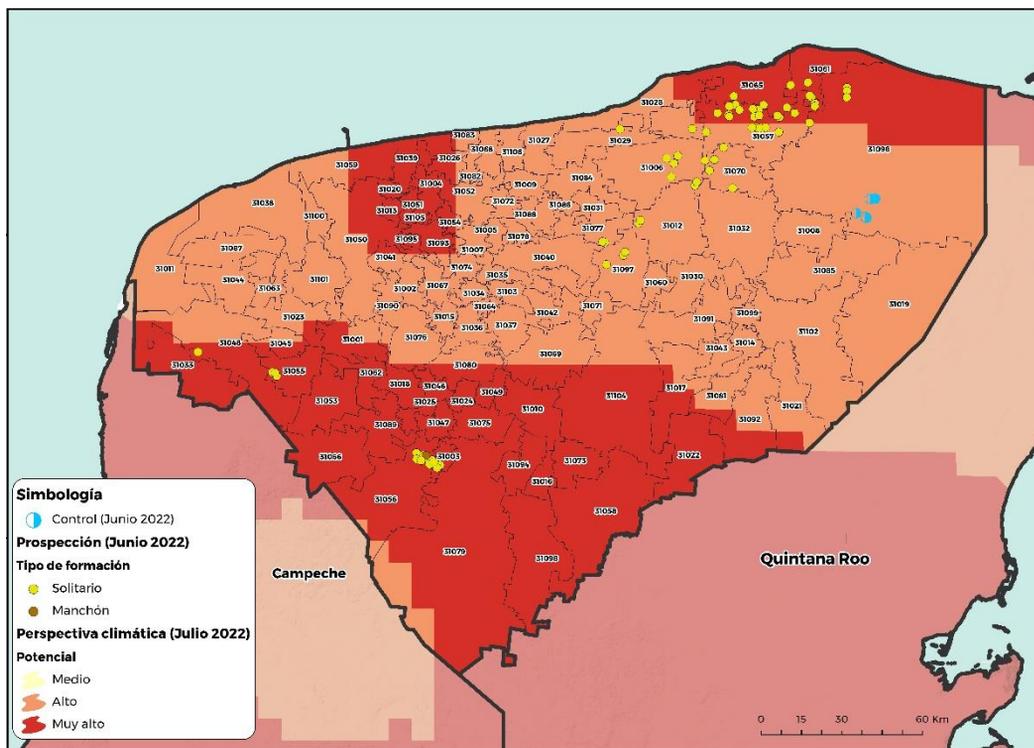
Fluctuaciones Poblacionales de Estadios Ninfales de la Langosta Centroamericana en el estado de Yucatán (2020-2021-2022 (Ene-Jun))



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 potenciales predominantemente altas y muy altas** para el **desarrollo de la plaga en el mes de julio**.

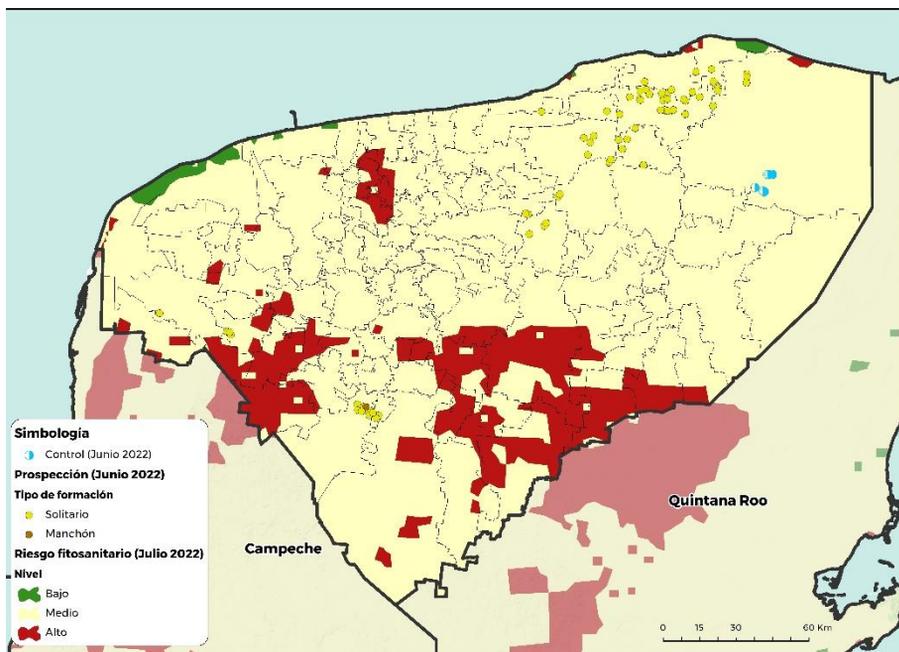


3

**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 registraron principalmente en **pasto, maíz y monte en desarrollo vegetativo, además de maíz en siembra**.
- No se registraron mangas.
- **Un municipio** con actividades de control en 30 ha.
- Las zonas de riesgo alto se localizan cercanas a las localidades de Ichmul, Mayapán, Chumayel, Yaxkukul, entre otras
- **En total, 19 municipios son los que presentan riesgo alto (Anexo 1)**.



**Contacto**

Correo: [alerta.fitosanitaria@senasica.gob.mx](mailto:alerta.fitosanitaria@senasica.gob.mx)

Teléfono gratuito: 800 987 987 9

**4 Impacto económico conforme al modelo espacial multicriterio**

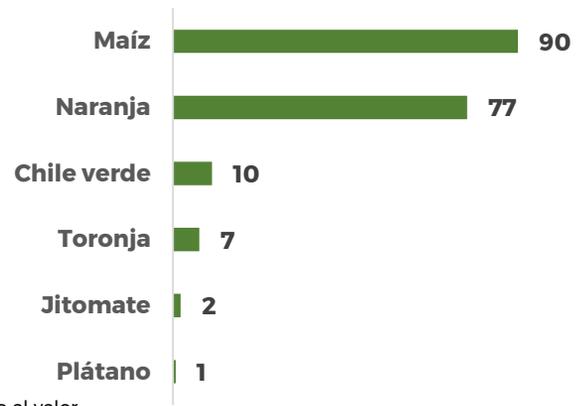
- Se identifican de **19 municipios en riesgo alto**, con cultivos agrícolas hospedantes susceptibles al mes de Julio, con aproximadamente **19,528 ha.**
- Posible afectación a **16,407 ha de pastos y praderas\*\*\*** con un valor de **150 Mdp.**
- La dependencia económica\* en promedio es del **80%** para los **municipio en riesgo alto.**



**186 Mdp**

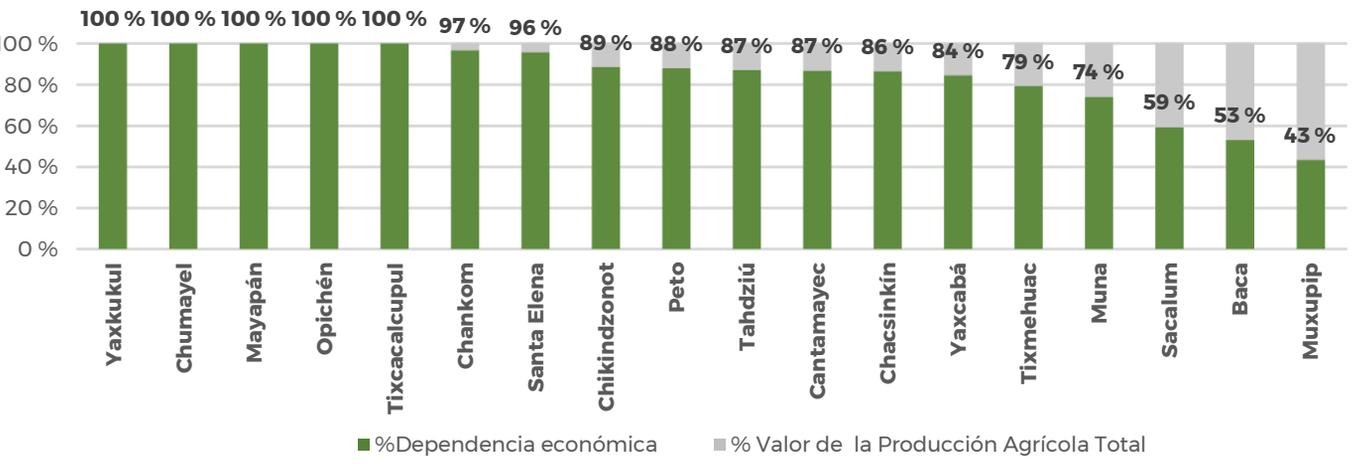
**Impacto económico en los municipios con riesgo alto.**

**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.  
-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 los municipios de riesgo alto**

Municipio	Hospedante	Superficie sembrada (ha)	Dependencia económica
Yaxcabá	Maíz y Chile verde.	4,027	84 %
Peto	Toronja, Plátano, Maíz, Naranja y Chile verde.	2,375	88 %
Muna	Toronja, Maíz, Plátano, jitomate, Naranja y Chile verde.	1,758	74 %
Tixmehuac	Plátano, Naranja y Maíz.	1,620	79 %
Tixcacalcupul	Maíz.	1,374	100 %

-Los datos pueden estar redondeados al inmediato superior.

4

## Impacto económico conforme al modelo espacial multicriterio

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

Municipio	Hospedante	Superficie sembrada (ha)	Dependencia económica
Chikindzonot	Maíz, jitomate y Chile verde.	1,360	89 %
Sacalum	Maíz, Toronja, jitomate, Naranja y Chile verde.	1,127	59 %
Opichén	Maíz.	1,123	100 %
Chankom	Maíz, jitomate y Chile verde.	1,055	97 %
Tahdziú	Maíz, Toronja, jitomate, Naranja y Chile verde.	1,018	87 %
Mayapán	Maíz.	721	100 %
Cantamayec	Maíz, Naranja y Chile verde.	598	87 %
Santa Elena	Toronja, Maíz, Naranja y Chile verde.	483	96 %
Chumayel	Naranja y Maíz.	439	100 %
Chacsinkín	Plátano, Maíz, Naranja, Chile verde.	413	86 %
Muxupip	Maíz.	15	43 %
Tixkokob	Maíz.	11	6 %
Baca	Maíz y Chile verde.	9	53 %
Yaxkukul	Maíz.	3	100 %
<b>Total general:</b>		<b>19,528</b>	<b>80 %</b>

-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)
Peto	7,500	112,000	77
Baca	1,728	35,383	24
Tixkokob	761	16,632	12
Tixmehuac	555	9,980	7
Muna	909	11,718	6
Chacsinkín	510	7,650	5
Opichén	211	4,463	3
Yaxkukul	288	5,044	3
Chankom	1,004	7,687	2
Yaxcabá	881	6,253	2
Muxupip	143	2,694	2
Tahdziú	160	2,240	2
Chikindzonot	595	4,443	1
Sacalum	153	1,637	1
Chumayel	243	1,572	1
Cantamayec	389	2,701	1
Santa Elena	55	935	1
Tixcacalcupul	216	1,464	0
Mayapán	108	790	0
<b>Total general:</b>	<b>16,407</b>	<b>235,284</b>	<b>150</b>

\*\*\*Se identificó pastos y praderas en los 19 municipios con 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 para el 2do semestre del ciclo anual, particularmente a partir del mes de junio. Destacan picos poblacionales importantes en los meses enero ( $n=5,773$ ), julio ( $n=21,857$ ), septiembre ( $n=24,583$ ) y diciembre ( $n=12,788$ ). El índice endémico para los meses de enero-marzo registró niveles bajos de infestación ( $n=119.4$ ). Sin embargo, en abril y mayo aumentó a  $n= 393.8$ , por lo tanto, el índice endémico se registró en los límites de la zona de seguridad y zona de alarma, el mes de julio se registró 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

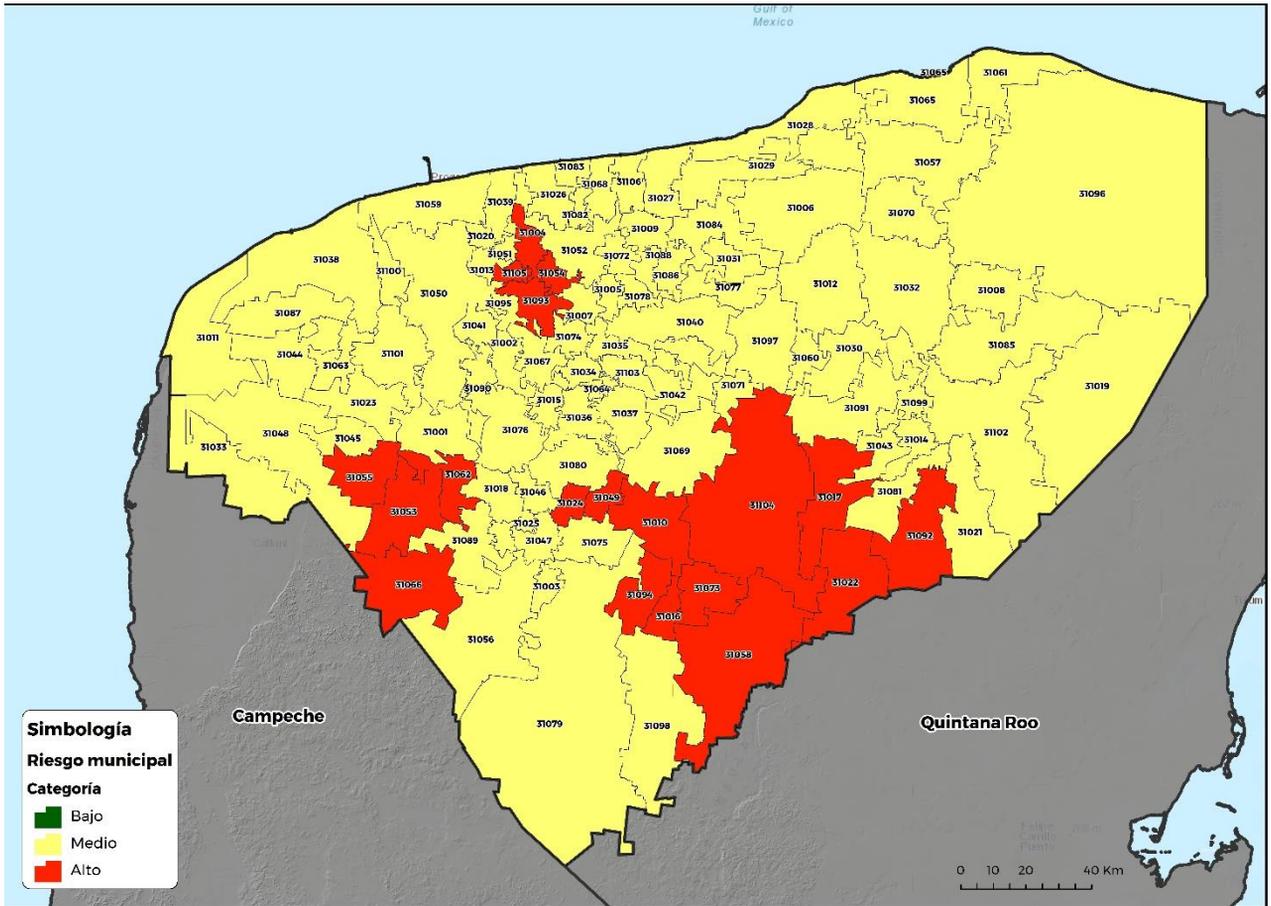
**Estados biológicos de la langosta Centroamericana pueden variar (adelantarse o atrasarse) debido a los factores climáticos que inciden en tiempo/espacio.**

En el año 2021, se registraron adultos entre los meses de enero-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, en 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, para julio se incrementó la población con instares N3, destacando la Etapa fásica/Tipo de formación: Solitaria/Solitario y Transciens congregans/Manchón.**

4. Las condiciones de temperatura y humedad relativa pronosticadas para el mes de julio 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. Estas zonas se localizan principalmente en los municipios de Chumayel, Mayapán, Opichén, Peto, Sacatum, Yaxcabá, principalmente.
  
5. Al mes de Julio el estado de Yucatán presenta 19 municipios en riesgo alto, con superficie de hospedantes susceptibles en 19,528 ha con un valor aproximado de 186 Mdp. representado en promedio a nivel municipal una dependencia económica, respecto al valor total de su producción agrícola del 80%. Destacan por su valor los cultivos como: Maíz, Naranja, Chile verde, Toronja, Jitomate y Plátano. Se identifican los municipios de Yaxkukul, Chumayel, Mayapán, Opichén, entre otros como los municipios con mayor dependencia económica en caso de un impacto potencial en cultivos hospedantes. Respecto a zonas de resguardo identificadas con valor económico como pastos y praderas, representan una superficie de 16,407 ha con un valor estimado de 150 Mdp.

Anexo 1.- En total son 19 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	Localidades
31004	Baca		<b>Alto</b>	Baca, Tixkuncheil
31010	Cantamayec			Cantamayec
31016	Chacsinkín			Chacsinkín
31017	Chankom			Xkalakdzonot, Chankom, Xkopteil
31022	Chikindzonot			Ichmul, Chikindzonot
31024	Chumayel			Chumayel
31049	Mayapán			Mayapán
31053	Muna			Muna
31054	Muxupip			Muxupip
31055	Opichén		Calcehtok, Opichén	

**Anexo 1.- En total son 87 municipios identificados con nivel de riesgo medio y presencia de cultivos agrícolas que se verían afectados en caso de dispersarse la plaga o invada dichas zonas.**

Clave	Municipio	Control (Ha)	Riesgo	Localidades
31058	Peto		<b>Alto</b>	Xoy, Justicia Social, Peto
31062	Sacalum			Plan Chac, Sacalum
31066	Santa Elena			Santa Elena
31073	Tahdziú			Tahdziú
31092	Tixcacalcupul			Ekipedz, Tixcacalcupul
31093	Tixkokob			Tixkokob, Nolo, Ekmul, Euán
31094	Tixmehuac			Tixmehuac
31104	Yaxcabá			Yaxcabá, Tixcacaltuyub, Kancabdzonot, Yokdzonot, Yaxunah, Tahdzibichén, Libre Unión, Tiholop
31105	Yaxkukul			Yaxkukul

Clave	Municipio	Riesgo
31001	Abalá	<b>Medio</b>
31002	Acanceh	
31003	Akil	
31005	Bokobá	
31006	Buctzotz	
31007	Cacalchén	
31008	Calotmul	
31009	Cansahcab	
31011	Celestún	
31012	Cenotillo	
31013	Conkal	
31014	Cuncunul	
31015	Cuzamá	
31018	Chapab	
31019	Chemax	
31020	Chicxulub Pueblo	
31021	Chichimilá	
31023	Chocholá	
31025	Dzan	
31026	Dzemul	
31027	Dzidzantún	
31028	Dzilam de Bravo	
31029	Dzilam González	
31030	Dzitas	
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	

Anexo 1.- En total son 87 municipios identificados con nivel de riesgo medio y presencia de cultivos agrícolas que se verían afectados en caso de dispersarse la plaga o invada dichas zonas.

Clave	Municipio	Control (Ha)	Riesgo
31047	Maní		<b>Medio</b>
31048	Maxcanú		
31050	Mérida		
31051	Mocochá		
31052	Motul		
31056	Oxkutzcab		
31057	Panabá		
31059	Progreso		
31060	Quintana Roo		
31061	Río Lagartos		
31063	Samahil		
31064	Sanahcat		
31065	San Felipe		
31067	Seyé		
31068	Sinanché		
31069	Sotuta		
31070	Sucilá		
31071	Sudzal		
31072	Suma		
31074	Tahmek		
31075	Teabo		
31076	Tecoh		
31077	Tekal de Venegas		
31078	Tekantó		
31079	Tekax		
31080	Tekit		
31081	Tekom		
31082	Telchac Pueblo		
31083	Telchac Puerto		
31084	Temax		
31085	Temozón		
31086	Tepakán		
31087	Tetiz		
31088	Teya		
31089	Ticul		
31090	Timucuy		
31091	Tinum		
31095	Tixpéhual		
31096	Tizimin	<b>30</b>	
31097	Tunkás		
31098	Tzucacab		
31099	Uayma		
31100	Ucú		
31101	Umán		
31102	Valladolid		
31103	Xocchel		
31106	Yobain		

## 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:** 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.

**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".

**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 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:

$$\text{NDVI} = \frac{\text{NIR} - \text{RED}}{\text{NIR} + \text{RED}}$$

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 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:

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

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:

$$\text{NDWI} = \frac{\text{NIR} - \text{SWIR}}{\text{NIR} + \text{SWIR}}$$

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.

**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.