



**N° 03**

Marzo 2022



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



Colaboración Técnico-Científica:

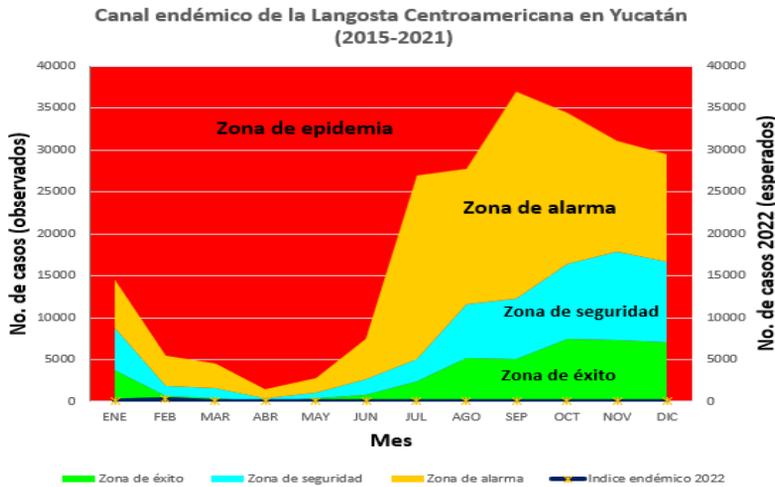
Dirección de Sanidad Vegetal  
Dirección de Sistematización y Análisis Sanitario  
Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias del Campo Experimental Bajío  
Comité de Sanidad Vegetal del estado de Yucatán

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.

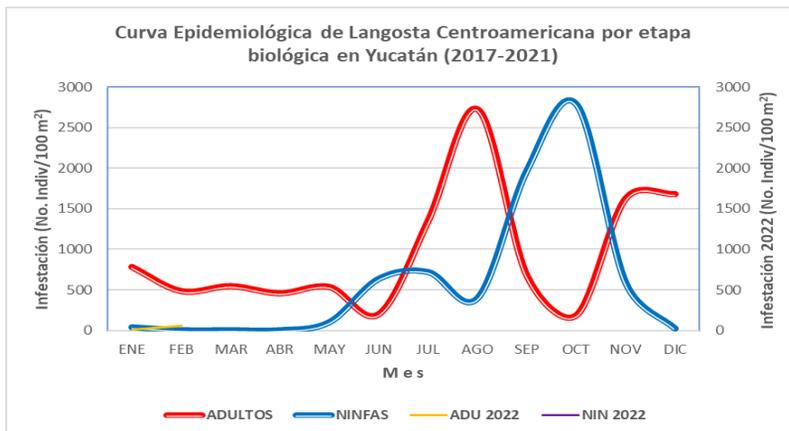
**1**

**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 ( $n=12,788$ ). Se observa, además, lo conspicuo de las 3 bandas endémicas (zona de éxito, zona de seguridad y zona de alarma). El índice endémico para los meses de enero-febrero registró niveles bajos de infestación y dentro de la zona de éxito.

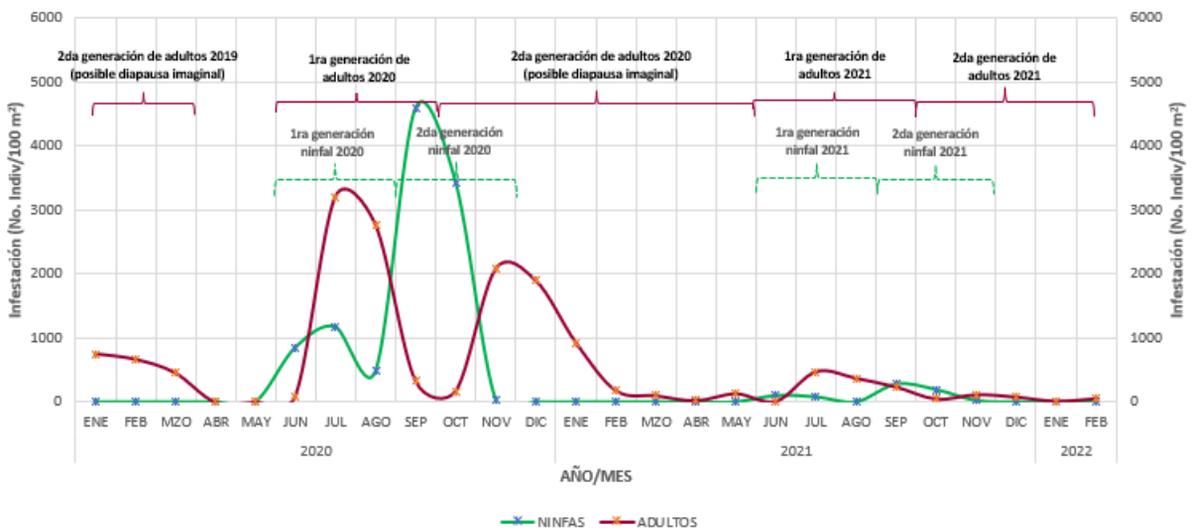


- En el gráfico de la Curva Epidemiológica se detalla el comportamiento histórico (2017-2021) de los estados biológicos. En el mes de agosto se aprecia un pico máximo de adultos pero mínimo de ninfas y en el mes de octubre se observa un máximo de ninfas pero mínimo de adultos. Para ambos estados biológicos es notoria la confección poblacional de la 1ra y 2da generación. La 1ra generación de adultos y la 2da generación de ninfas son las más conspicuas.
- Con respecto al año 2022, los meses de enero-febrero registraron niveles bajos de infestación para los adultos. No se registraron estadios ninfales.



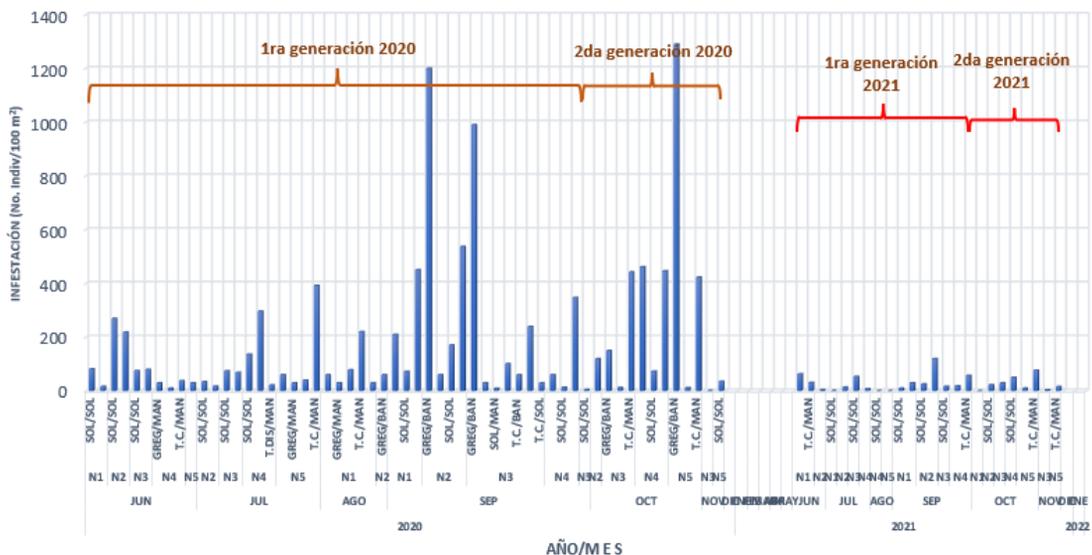
- En el gráfico de la Dinámica Poblacional de los Estados Biológicos se observa su comportamiento trianual (2020-2022).
- **Para 2020, en los meses de enero a marzo en los adultos tiene lugar presumiblemente la diapausa imaginal que se caracteriza por una menor actividad de la plaga derivado del termotropismo y fototropismo en respuesta a las condiciones climáticas extremas de su entorno (nicho ecológico).** Asimismo, en el gráfico se observan los niveles máximos de infestación de la plaga: destacan los meses de julio y noviembre que corresponden a la 1ra y 2da generación, respectivamente. En relación a las ninfas durante los meses de julio y septiembre de 2020 se observan picos de infestación importantes, mismos que corresponden a la 1ra y 2da generación, respectivamente.
- **Para el 2021,** se registran poblaciones de adultos entre los meses de febrero-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 conservadores de infestación entre los meses julio-septiembre de 2021, correspondientes a la 1ra generación de adultos. La 2da generación se confecciona entre los meses de octubre a diciembre-enero (2022). Con respecto a las ninfas la 1ra generación ninfa describe fluctuaciones poblacionales poco definidas (junio a septiembre); la 2da generación se gesta entre los meses de octubre y noviembre.
- **Para el 2022,** en los meses de enero-febrero se registraron niveles bajos de infestación en adultos. No se registraron estadios ninfales durante este período de tiempo.

**Dinámica Poblacional de los Estados Biológicos de la Langosta Centroamericana en el estado de Yucatán (2020-2021-2022 (Ene-Feb))**



- **En el gráfico de fluctuaciones poblacionales de estadios ninfales 2020 al 2022, para el año 2020 se observa la configuración de la 1ra y 2da generación; la 1ra generación tiene sus inicios en el mes de junio para concluir en el mes de septiembre. Se observa además, que las mayores densidades poblacionales tienen lugar en el mes de septiembre (pico máximo poblacional), destacan las Etapas fásicas/tipo de formación: Gregaria/Bando y Transciens congregans/Manchón. En la 1ra generación se registraron estadios ninfales N1-N5.**
- **La 2da generación de 2020 inició en el mes de octubre para concluir en el mes de noviembre; las mayores densidades se presentaron en octubre y destacaron individuos en Gregaria/Bando y Transciens congregans/Manchón. 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 empieza a confeccionarse a partir del mes junio para concluir el mes de septiembre; durante esta generación destaca la Etapa fasica/Tipo de formación: Transciens congregans/Manchón y Solitaria/Solitario. En esta generación se registraron instares N1-N5. La 2da generación inicia su proceso de gestación el mes de octubre, donde destaca la Etapa fasica/Tipo de formación: Transciens congregans/Manchón y Solitaria/Solitario por nivel de infestación; para concluir el mes de noviembre. En esta generación se registraron instares N1-N5.**
- Para el año 2022, en el mes de enero no se tienen registros de estadios ninfales.

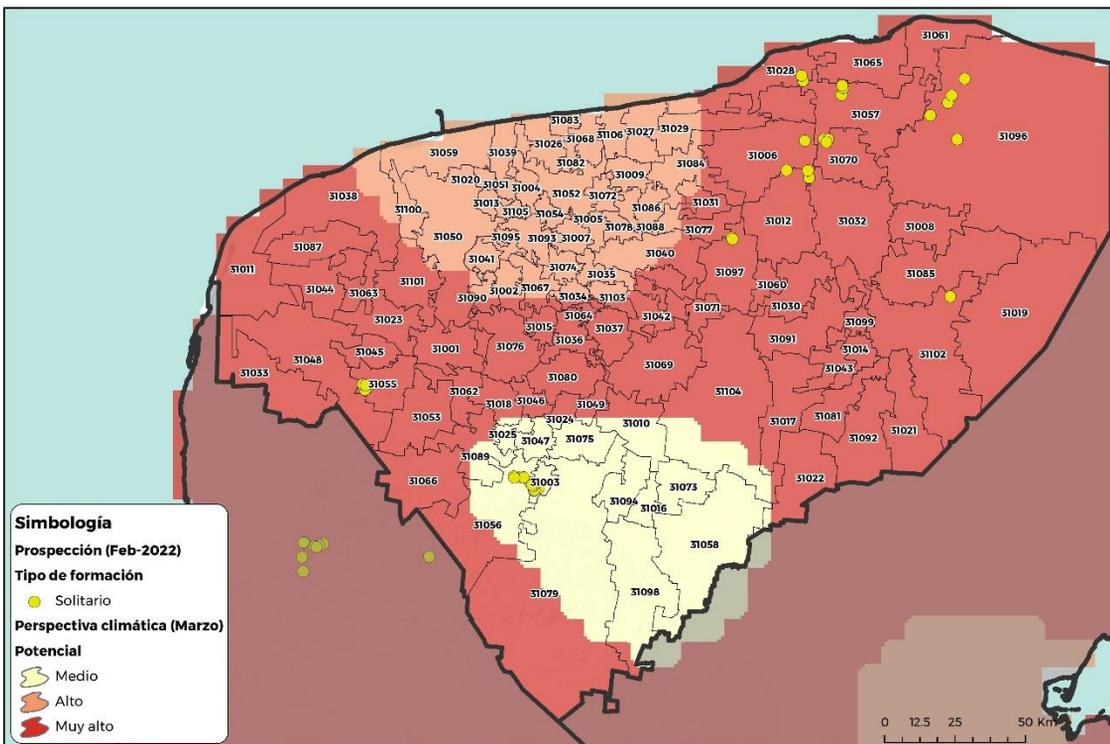
**Fluctuaciones Poblacionales de Estadios Ninfales de la Langosta Centroamericana en el estado de Yucatán (2020-2021-2022 (Enero))**



**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 muy altas** para el **desarrollo de la plaga en el mes de marzo**.

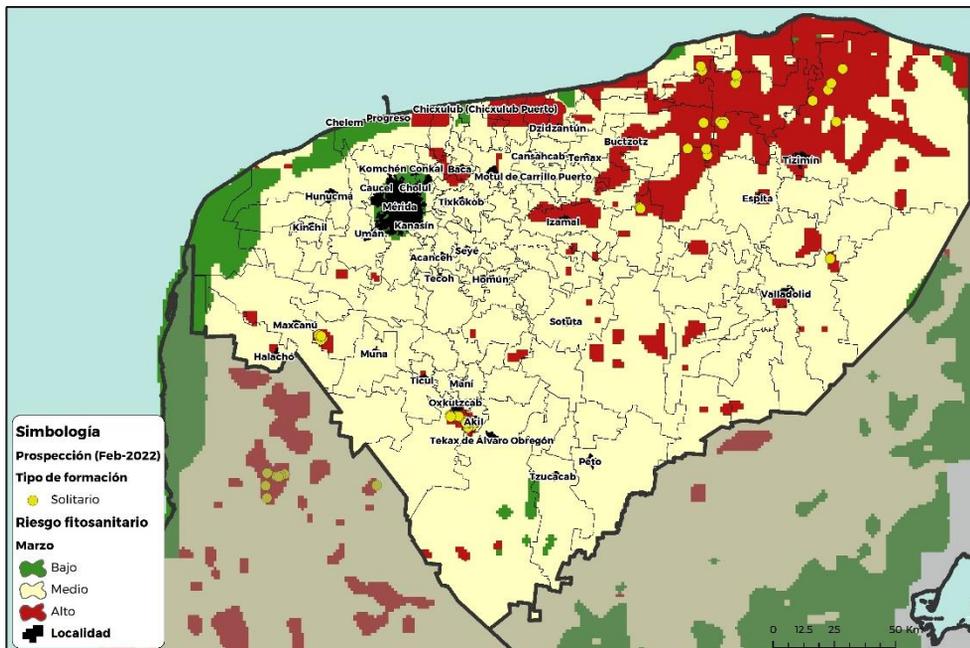


**3**

**Situación actual de la plaga y determinación del riesgo fitosanitario asociado**

- Durante el mes de febrero las poblaciones de la langosta Centroamericana se registraron principalmente en **pastos en desarrollo vegetativo** y en menor medida en cultivos de maíz en finalización del periodo de cosecha.
- No se registraron mangas.
- Ningún municipio con actividades de control.
- Como referencia, 26 localidades urbanas se encuentran en zonas con riesgo alto, entre las que resaltan Mérida, Kanasín, Tzimin, Valladolid, Hunucmá y Umán.
- **En total, 13 municipios son los que presentan riesgo alto (Anexo 1).**

**Análisis y estudio de riesgo espacial-multicriterio**



**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**

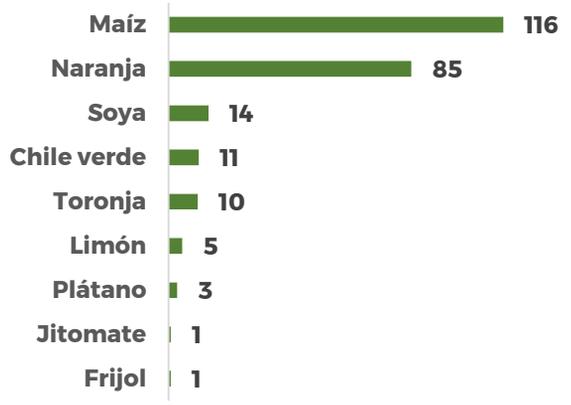
- De un total de **13\*\* municipios en riesgo alto**, se identifican **8** municipios con cultivos agrícolas hospedantes susceptibles al mes de Marzo, ciclo otoño invierno con aproximadamente **8,232 ha.**
- Posible afectación a **344,330 ha de pastos y praderas\*\*\*** con un valor de **1,155 Mdp.**
- La dependencia económica\* en promedio es del **85%** para los **municipio en riesgo alto.**



**245 Mdp**

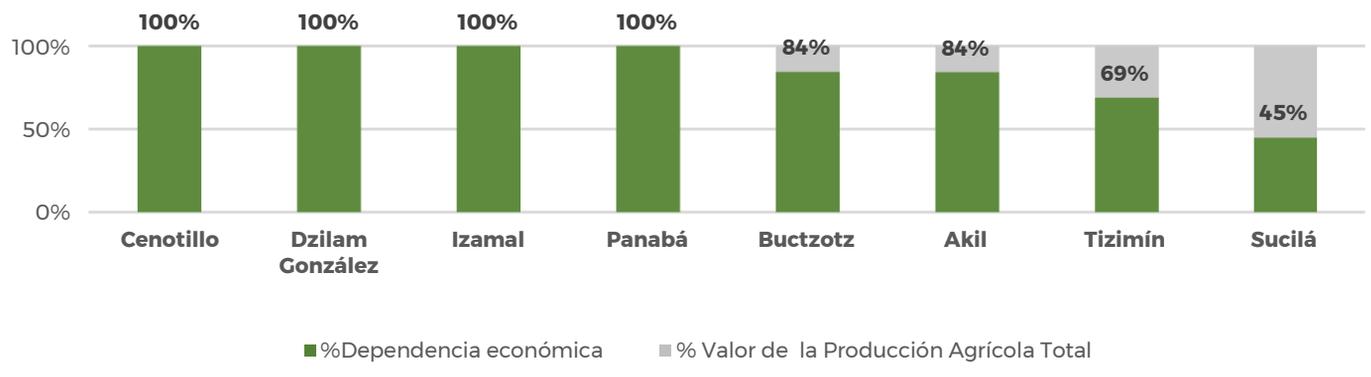
**Impacto económico en los municipios con riesgo alto.**

**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.  
 \*\*No se identifica estadística de cultivos hospedantes SIAP 2020, en el municipio de: Mayapán, Dzitás, Dzoncauich, Mocochoá y Yaxkukul.  
 -Información obtenida de SIAP 2020 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
Akil	Chile verde, Jitomate, Maíz, Limón, Naranja, Plátano y Toronja.	2,360	84%
Buctzotz	Chile verde, Frijol y Jitomate.	17	84%
Cenotillo	Frijol.	12	100%

Continúa en la siguiente hoja

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	Superficie sembrada (ha)	Volumen de la Producción (ton)	Valor de la Producción (Mdp)
Dzilam González	Chile verde y Jitomate.	8	100%
Izamal	Chile verde,	1	100%
Panabá	Chile verde y Frijol.	13	100%
Sucilá	Frijol y Maíz.	23	45%
Tizimín	Chile verde, Frijol, Maíz , Soya y Limón.	5,800	69%
<b>Total general:</b>		<b>8,232</b>	<b>85%</b>

\*\*No se identifica estadística de cultivos hospedantes SIAP 2020, en el municipio de: Mayapán, Dzitás, Dzoncauich, Mocochoá y Yaxkukul.

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
Sucilá	19,756	211,781	72
Cenotillo	28,661	201,189	66
Dzoncauich	4,183	55,898	36
Izamal	4975	47432.5	25
Akil	1,064	9,567	6
Mocochoá	236	4,785	3
Yaxkukul	288	5,044	3
Dzitás	564	4,662	2
Mayapán	108	790	0.2
<b>Total general:</b>	<b>344,330</b>	<b>3,047,816</b>	<b>1,155</b>

\*\*\*Se identifico pastos y praderas que cuantificar en los 13 municipios con riego alto (SIAP 2020) .

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. **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-febrero registró niveles bajos de infestación y dentro de la zona de éxito.**
2. 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	Mayo-Junio a Agosto-Septiembre	Junio-Septiembre	Octubre a Noviembre	Octubre
Adultos	Junio-Julio a Septiembre-Octubre	Julio-Agosto	Septiembre-Octubre a Diciembre-Enero	Noviembre-Diciembre

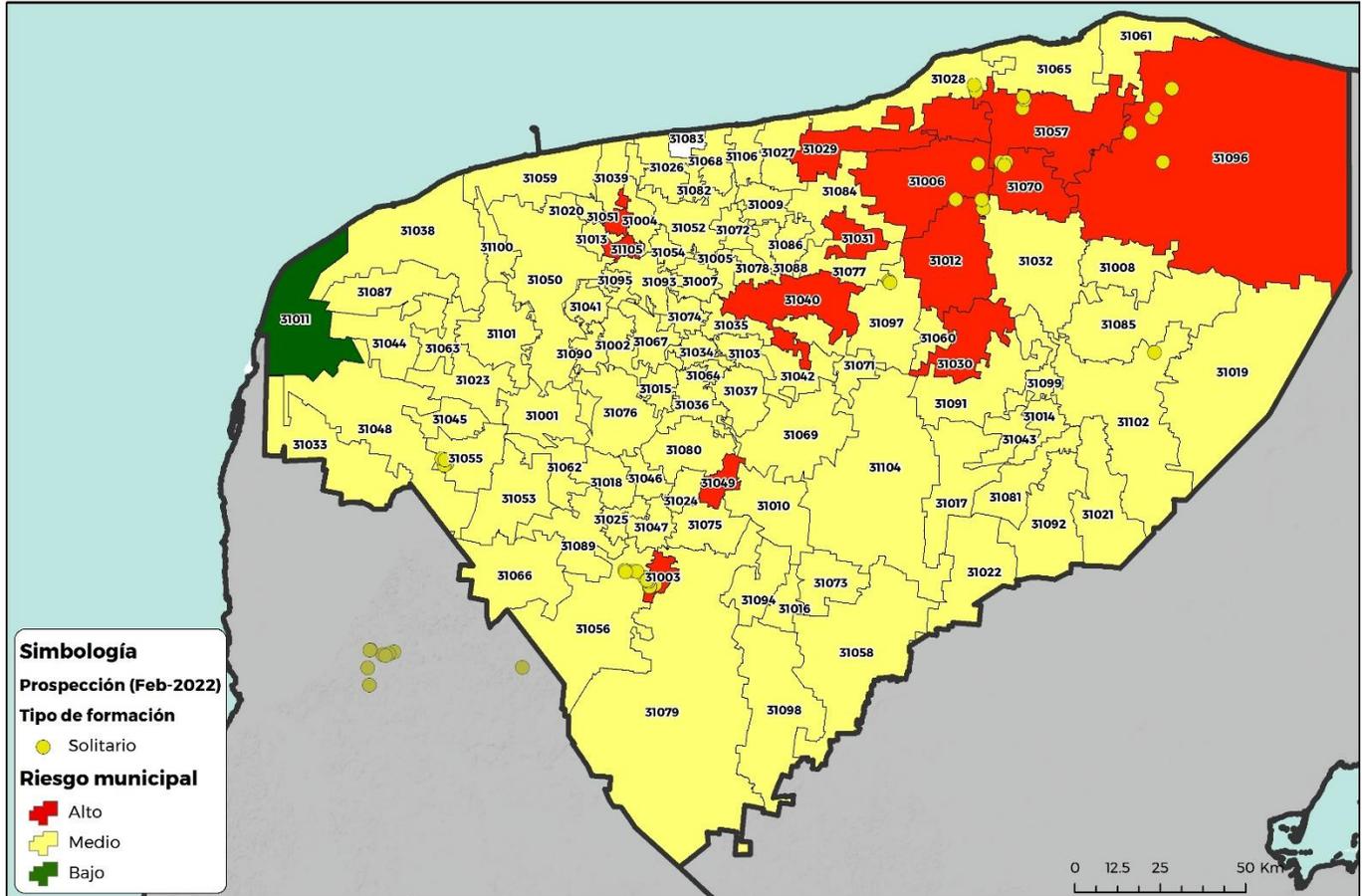
***Es importante precisar que las fechas de inicio/fin de la 1ra y 2da generaciones en los estados biológicos de la langosta Centroamericana pueden variar (adelantarse o atrasarse) debido a los factores climáticos que inciden en tiempo/espacio.***

En el año 2021, se registraron adultos entre los meses de enero-mayo, posiblemente estos individuos pertenezcan a la 2da generación 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 febrero de 2022 no se registraron estadios ninfales.**

3. Conforme al gráfico de Fluctuaciones Poblacionales de Estadios Ninfales 2020 a 2022; para el año 2021, en la 1ra generación **destacan la Etapa fasica/Tipo de formación: Transciens congregans/Manchón y Solitaria/Solitario**, donde se registraron instares N1-N5. La 2da generación inicia su proceso de gestación el mes de octubre, donde **destaca la Etapa fasica/Tipo de formación: Transciens congregans/Manchón y Solitaria/Solitario por nivel de infestación, para concluir el mes de noviembre.** Durante esta generación se registraron instares N1-N5.

4. Las condiciones de temperatura y humedad relativa pronosticadas para el mes de marzo están principalmente en nivel muy alto de potencial 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 hacia Tizimín, Buctzotz, Akil, Maxcanú, Izamal y al oriente de Mérida.
  
5. Al mes de Marzo el estado de Yucatán presenta 13 municipios en riesgo alto, pero solo se identifican 8 con superficie de hospedantes susceptibles de 8,232 ha con un valor aproximado de 245 Mdp. representado en promedio a nivel municipal una dependencia económica, respecto al valor total de su producción agrícola del 85%. Destacan por su valor los cultivos como: maíz, naranja, soya, chile verde, toronja, limón, plátano, jitomate y frijol. Se identifican los municipios de Cenotillo, Dzilam González, Izamal, Panabá 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 344,330 ha con un valor estimado de 1,155 Mdp.

**Anexo 1.- En total son 13 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	Riesgo	Localidades de referencia
31003	Akil		<b>Alto</b>	Akil
31006	Buctzotz			Buctzotz
31012	Cenotillo			Cenotillo
31029	Dzilam González			Dzilam González
31030	Dzitas			
31031	Dzoncauich			
31040	Izamal			Izamal
31049	Mayapán			
31051	Mocochá			Mocochá
31057	Panabá			
31070	Sucilá			
31096	Tizimín			Tizimín
31105	Yaxkukul			

**Anexo 1.- En total son 13 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	Riesgo	Localidades de referencia
31001	Abalá		<b>Medio</b>	
31002	Acanceh			
31004	Baca			Baca
31005	Bokobá			
31007	Cacalchén			
31008	Calotmul			
31009	Cansahcab			
31010	Cantamayec			
31013	Conkal			Conkal
31014	Cuncunul			
31015	Cuzamá			
31016	Chacsinkín			
31017	Chankom			
31018	Chapab			
31019	Chemax			
31020	Chicxulub Pueblo			
31021	Chichimilá			Chichimilá
31022	Chikindzonot			
31023	Chocholá			Chocholá
31024	Chumayel			
31025	Dzán			
31026	Dzemul			Dzemul
31027	Dzidzantún			
31028	Dzilam de Bravo			
31032	Espita			Espita
31033	Halachó			Halachó
31034	Hocabá			
31035	Hoctún			
31036	Homún			
31037	Huhí			
31038	Hunucmá			Hunucmá
31039	Ixil			
31041	Kanasín			Kanasín, Mérida
31042	Kantunil			
31043	Kaua			
31044	Kinchil			
31045	Kopomá			
31046	Mama		Tekit	
31047	Maní		Oxkutzcab	
31048	Maxcanú			
31050	Mérida		Conkal, Kanasín, Mérida, Umán	
31052	Motul		Motul de Carrillo Puerto	
31053	Muna		Muna	
31054	Muxupip			

**Anexo 1.- En total son 13 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	Riesgo	Localidades de referencia
31055	Opichén		<b>Medio</b>	
31056	Oxkutzcab			Oxkutzcab
31058	Peto			
31059	Progreso			
31060	Quintana Roo			
31061	Río Lagartos			
31062	Sacalum			
31063	Samahil			
31064	Sanahcat			
31065	San Felipe			
31066	Santa Elena			
31067	Seyé			
31068	Sinanché			
31069	Sotuta			Sotuta
31071	Sudzal			
31072	Suma			
31073	Tahdziú			
31074	Tahmek			
31075	Teabo			
31076	Tecoh			
31077	Tekal de Venegas			
31078	Tekantó			Tekantó
31079	Tekax			
31080	Tekit			Tekit
31081	Tekom			
31082	Telchac Pueblo			
31084	Temax			
31085	Temozón			
31086	Tepakán			
31087	Tetiz			
31088	Teya			
31089	Ticul		Ticul	
31090	Timucuy			
31091	Tinum			
31092	Tixcacalcupul			
31093	Tixkokob			
31094	Tixmehuac			
31095	Tixpéhual		Kanasín	
31097	Tunkás			
31098	Tzucacab			
31099	Uayma			
31100	Ucú		Mérida	
31101	Umán		Méridam,Umán	
31102	Valladolid		Valladolid	
31103	Xocchel			
31104	Yaxcabá			
31106	Yobaín			
31011	Celestún		<b>Bajo</b>	

## 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 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 coberturas 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.

**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.