



CESAVE CHIAPAS

**N° 10**

Diciembre 2022



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



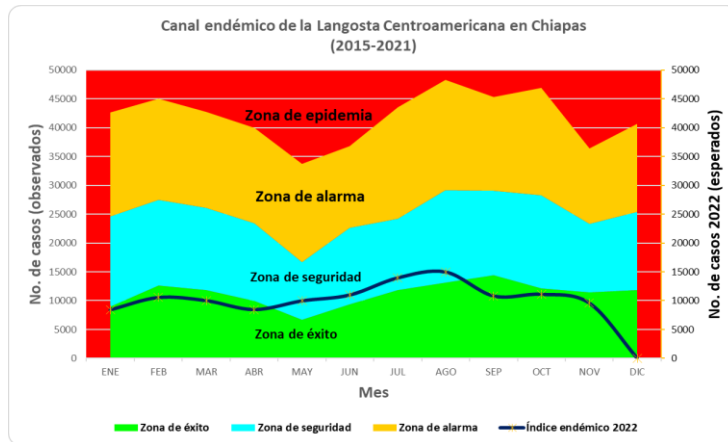
Colaboración Técnico-Científica:

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 Chiapas

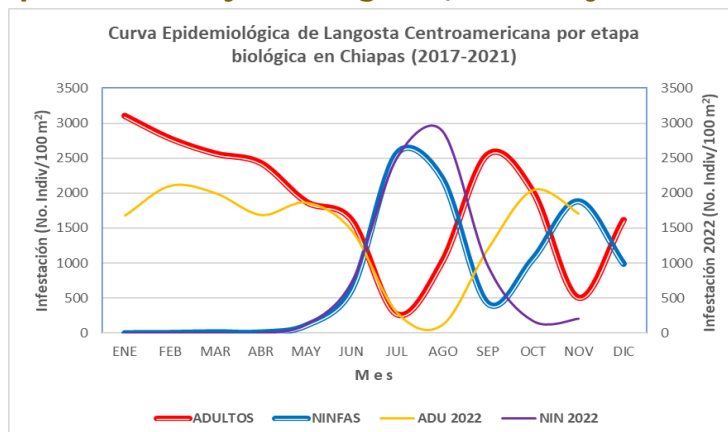
El Sistema de Alerta temprana del SENASICA enfocado a la Langosta Centroamericana en el estado de Chiapas, y conforme al análisis espacial multicriterio derivado de la información de los censos realizados en campo, datos agroclimáticos favorables pronosticados y antecedentes de la plaga, se emite el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

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

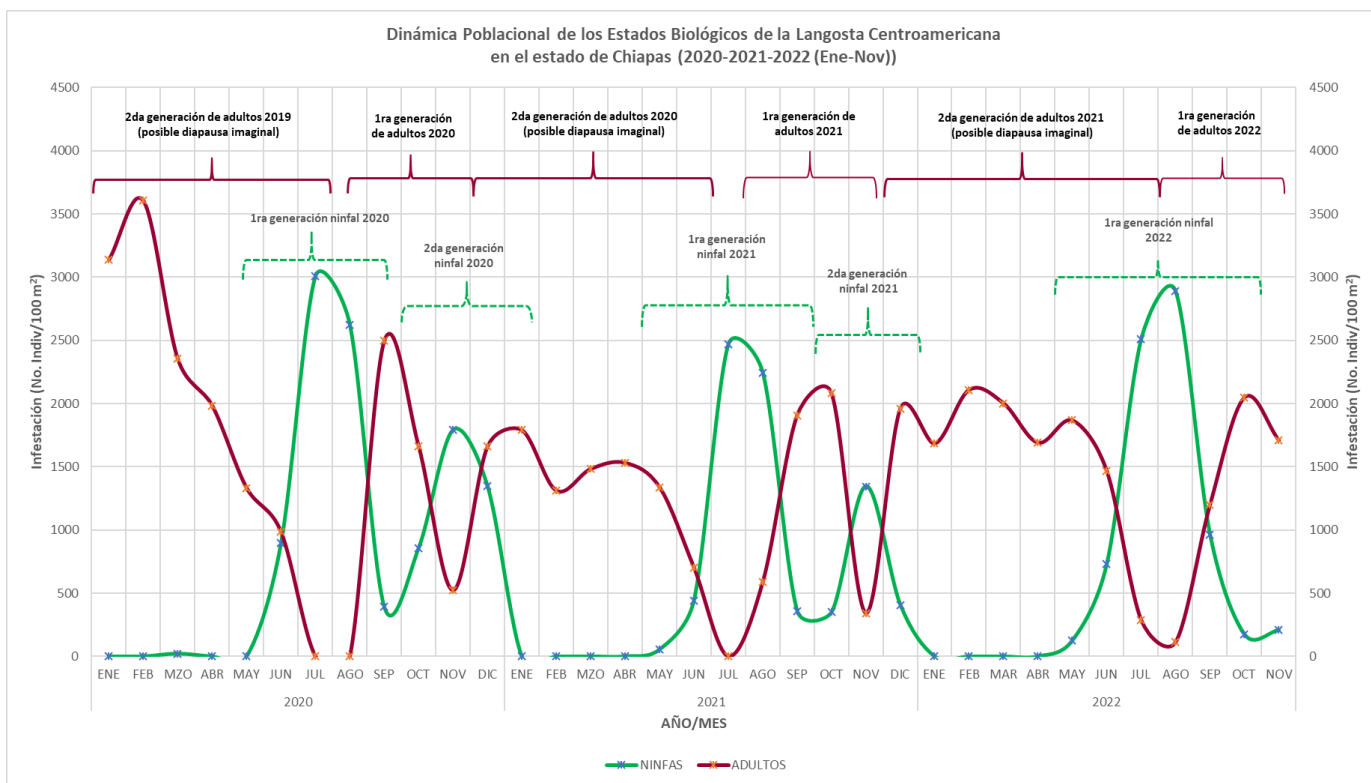
- Conforme al gráfico de canal endémico se observa mayor actividad poblacional de la Langosta Centroamericana en todo el ciclo anual. Destacando picos poblacionales importantes en los meses de enero (n=18,050), febrero (n=17,564), mayo (n=17,078), julio (n= 19,367 *pico máximo*) agosto (n= 19,122) y octubre (n= 18,569). El índice endémico en los meses de enero a abril de 2022 se ubicó dentro de los límites de la zona de éxito y la zona de seguridad, para los meses de mayo a agosto se ubicó en la zona de seguridad y de septiembre a noviembre en la zona de éxito.



- Conforme al gráfico de la curva epidemiológica, se observa que los adultos se destacan en los meses de enero a abril (2da generación del año anterior), septiembre (1ra generación) y diciembre (2da generación). Las ninfas destacan en los meses de julio (1ra generación) y noviembre (2da generación).
- Con respecto al año 2022, los adultos presentan de enero a noviembre densidades poblacionales importantes (n= 118,913), entre adultos y ninfas se tiene un índice de infestación de n= 23,782.27, con una tendencia de incremento en la población de adulto en el mes de febrero (pico poblacional) y octubre. **De enero a abril no se registraron infestaciones de ninfas, comenzando el registro de las primeras ninfas en mayo e incrementando la población de junio a agosto, disminuyendo en octubre.**

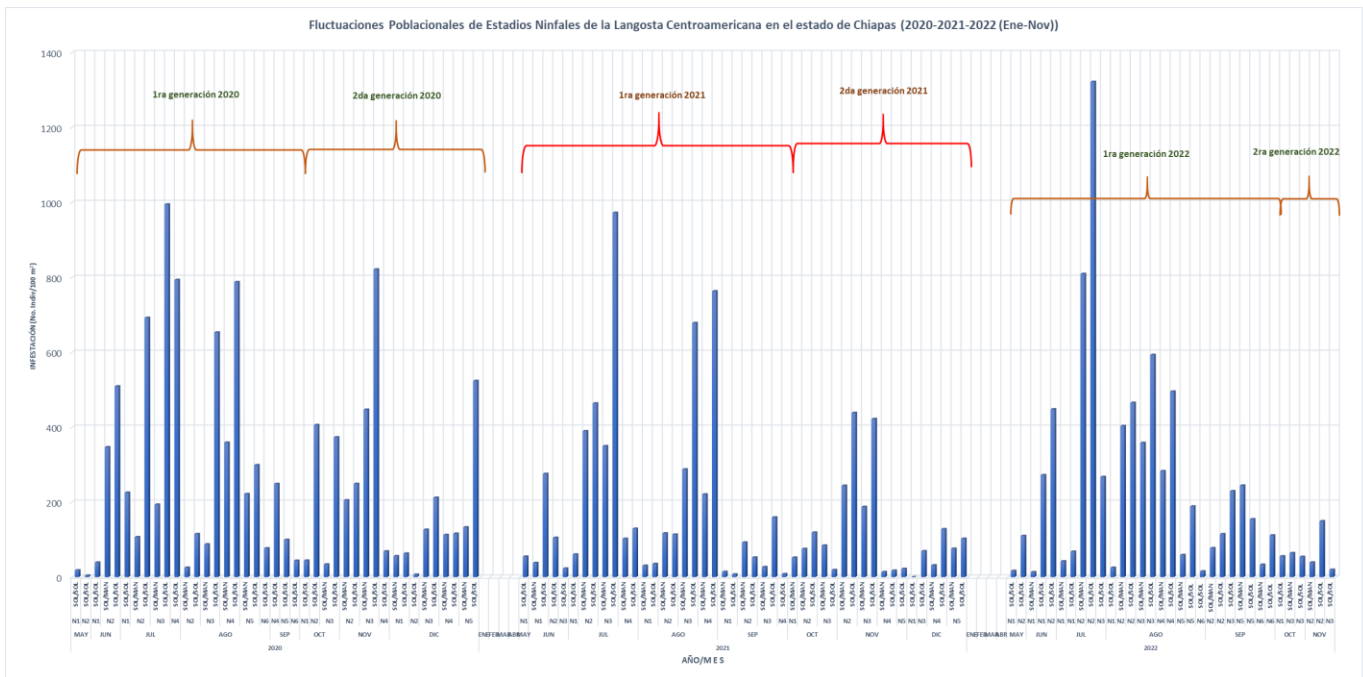


- En el gráfico de la Dinámica Poblacional de los Estados Biológicos de 2020 a 2022, se observó que para el año 2020 se registraron dos picos **poblacionales de infestación en los meses de septiembre y diciembre, correspondientes a la 1ra y 2da generación, respetivamente. Sin embargo, de enero a junio se registraron poblaciones de la 2da generación de 2019. En relación a las ninfas, se observan niveles máximo de infestación en julio y noviembre.** Asimismo, en los meses de julio y agosto se presentó presumiblemente una diapausa imaginal, derivado del termotropismo y fototropismo en respuesta a las condiciones climáticas extremas de su entorno (nicho ecológico).
- **En 2021, se registró el mayor pico poblacional de adultos en el mes de octubre, asimismo, se observa que de agosto a noviembre se presentó la 1ra generación de adultos y en el mes de diciembre inició la 2da generación, sin embargo, de enero a junio se registraron poblaciones de la 2da generación de 2020. Se cree que posiblemente se tuvo una diapausa imaginal en noviembre. En cuanto a las ninfas se tuvieron tres picos de mayor población en los meses de julio, agosto y noviembre.**
- **Para el año 2022, en los meses de enero a julio se registraron infestaciones de adultos de la 2da generación de 2021, incrementando el nivel poblacional en los meses de febrero y marzo (mayor pico poblacional), presentándose otro pico poblacional en mayo. En agosto, dio inicio la 1ra generación de adultos incrementando la población al mes de octubre. Finalmente, se registraron los primeros estadios ninfales en el mes de mayo, aumentando la población hasta el mes de agosto (pico poblacional), y disminuyendo en septiembre a noviembre.**





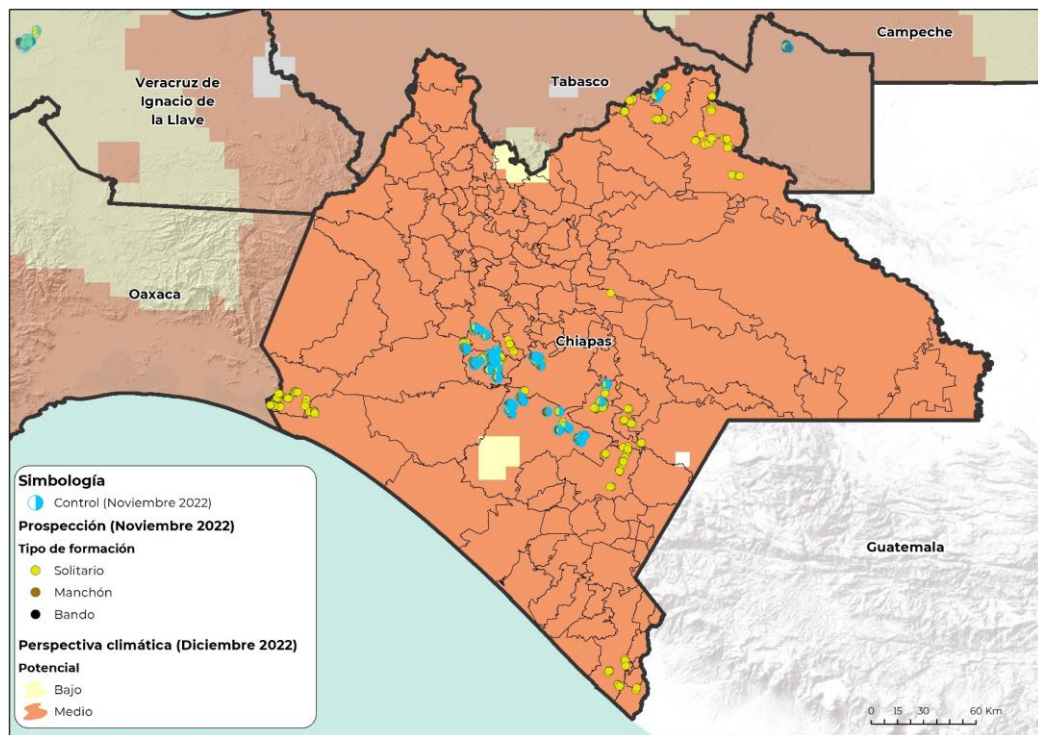
- En el gráfico de fluctuaciones poblacionales de ninfas de 2020 a 2022, se observa que **en el año 2020 la 1ra generación comenzó en el mes de mayo y finalizó en septiembre**, donde se observa que las mayores densidades poblacionales tienen lugar en el mes de julio y agosto. **La 2da generación inició en el mes de octubre para concluir en el mes de diciembre**; las mayores densidades se presentan en el mes de noviembre. **Entre los meses de enero de 2020 y abril de 2021 no se registraron estadios ninfales.**
- **Para el año 2021, la 1ra generación empezó a partir del mes de mayo para concluir el mes de septiembre.** Los meses de julio (pico máximo) y agosto presentan mayor nivel de infestación. **La 2da generación se observó entre los meses de octubre a diciembre, siendo noviembre el de mayor nivel de infestación.**
- **Para el año 2022, en los primeros cuatro meses (De enero a abril) no se registraron ninfas. Presentándose la 1ra generación de mayo a septiembre con un pico poblacional en julio, detectando hasta instares N6.** Posteriormente, dio inicio la 2da generación en octubre, observando hasta N3. En ambas generaciones **se destacó la Etapa fásica/Tipo de formación: Solitaria/Solitario y Solitaria/Manchón.**



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 Chiapas se pronostican **condiciones potenciales predominantemente medias** para el desarrollo de la plaga en el mes de diciembre.

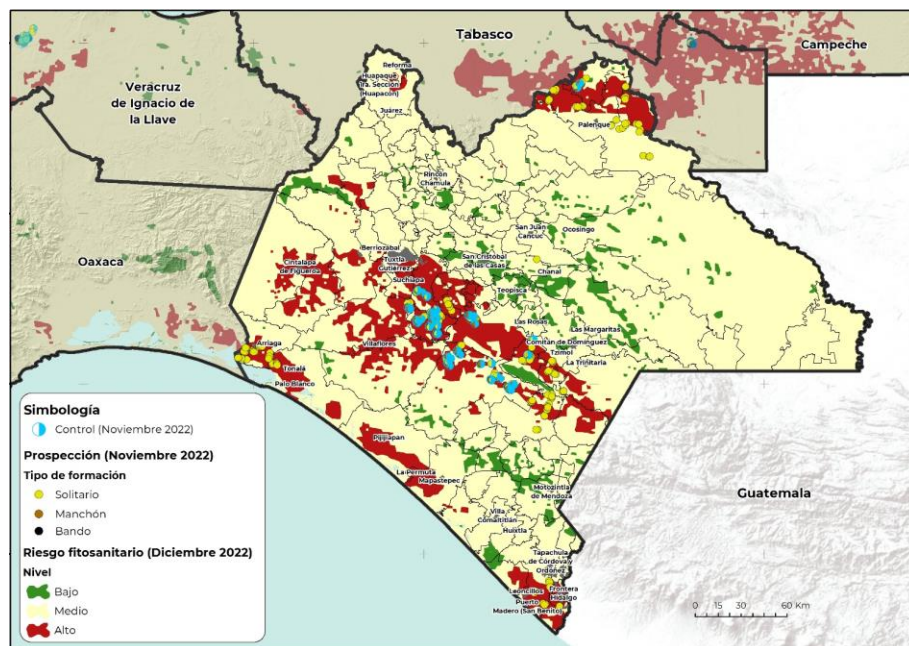


3

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

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

- Durante el mes de noviembre las poblaciones de la langosta centroamericana se registraron principalmente en **monte**, además de **maíz en maduración**.
- No se registraron mangas.
- **Siete municipios con acciones de control** sobre 115 ha.
- **Riesgo alto** en ubicaciones cercanas a localidades de Socoltenango, Chiapa de Corzo, Acala, Catazajá, entre otras.
- Se identifican **20 municipios en 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**

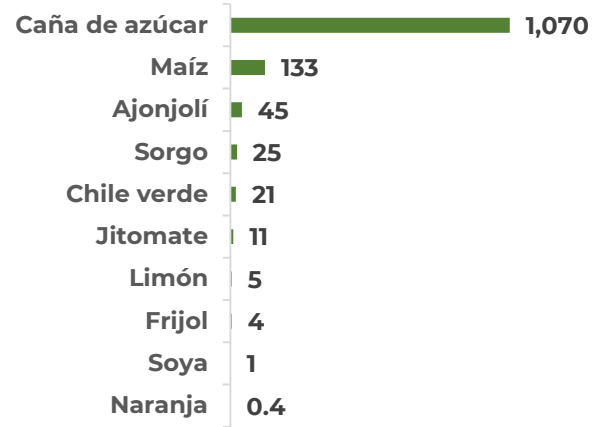
- De un total de 20 municipios en riesgo alto, se identifican **18\*\* con superficie aproximada de 32,628 ha** hospedantes de cultivos agrícolas susceptibles al mes de Diciembre.
- Posible afectación de **5,285 ha de pastos y praderas con un valor de 71 Mdp.**
- La dependencia económica\* en promedio es del **69%** para los **municipio en riesgo alto.**



**1,316 Mdp**

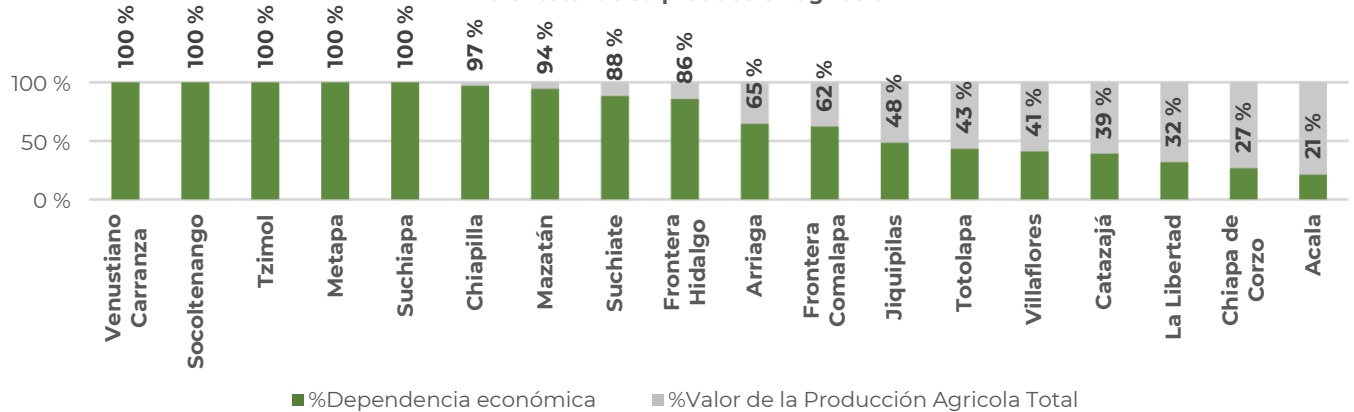
**Impacto económico en los municipios con riesgo alto.**

**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.  
Nota: No se identifica cultivos hospedantes, SIAP 2021 en los municipio: Emiliano Zapata y El Parral.  
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
Venustiano Carranza	Limón, Caña de azúcar y Maíz.	6,383	100 %
Catazajá	Maíz, Sorgo, Frijol, Naranja y Chile verde.	6,286	39 %
Mazatán	Sorgo, Soya, Maíz, Caña de azúcar y Ajonjolí.	6,093	94 %
Socoltenango	Limón, Caña de azúcar y Maíz.	3,179	100 %

Continúa la tabla

\*Nota: los datos pueden estar redondeados al inmediato superior.

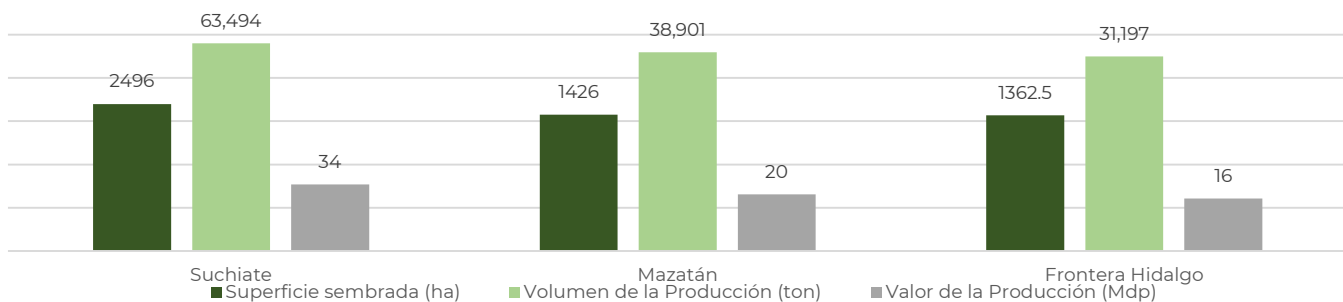
Proyección de superficie sembrada de cultivos hospedantes con probable impacto en los municipios de riesgo alto

Municipio	Hospedante	Superficie sembrada (ha)	*Dependencia económica
La Libertad	Maíz, Sorgo, Frijol, Naranja y Chile verde.	2,771	32 %
Frontera Hidalgo	Sorgo, Soya, Maíz y Ajonjolí.	1,948	86 %
Tzimol	Limón, Caña de azúcar y Maíz.	1,423	100 %
Suchiate	Sorgo, Maíz y Ajonjolí.	563	88 %
Villaflores	Jitomate, Maíz, Naranja, Frijol, Limón y Chile verde.	297	41 %
Jiquipilas	Maíz, Frijol, Limón y Chile verde.	220	48 %
Metapa	Maíz y Ajonjolí.	134	100 %
Chiapa de Corzo	Limón y Maíz.	40	27 %
Arriaga	Limón.	35	65 %
Totolapa	Maíz, Limón y Frijol.	35	43 %
Acala	Limón y Maíz.	23	21 %
Suchiapa	Naranja, Limón y Maíz.	19	100 %
Chiapilla	Limón.	6	97 %
<b>Total general:</b>		<b>32,628</b>	<b>69 %</b>

\*Dependencia económica de cultivos hospedantes, en municipios en riesgo, respecto al valor total de su producción agrícola.  
Nota: No se identifica cultivos hospedantes, SIAP 2021 en los municipio: Emiliano Zapata y El Parral.  
Información obtenida de SIAP 2021 con cultivos de seguimiento económico a nivel municipal.

Impacto Potencial en Pastos y Praderas\*\*\*

Municipio	Superficie sembrada (ha)	Volumen de la Producción (ton)	Valor de la Producción (Mdp)
Suchiate	2496	63,494	34
Mazatán	1426	38,901	20
Frontera Hidalgo	1362.5	31,197	16
<b>Total general</b>	<b>5,285</b>	<b>133,592</b>	<b>71</b>



\*\*\*Se identificó pastos y praderas en 3 de los 20 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:

1. Conforme al gráfico de canal endémico se observa una gran actividad poblacional de la Langosta Centroamericana en todo el ciclo anual. El índice endémico en los meses de enero a abril de 2022 se ubicó dentro de los límites de la zona de éxito y la zona de seguridad, para los meses de mayo a agosto se ubicó en la zona de seguridad y de septiembre a noviembre en 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 - Septiembre	Julio	Octubre- Diciembre	Noviembre
Adultos	Julio - Noviembre	Septiembre - Octubre	Diciembre - Junio	Febrero y Marzo

***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.***

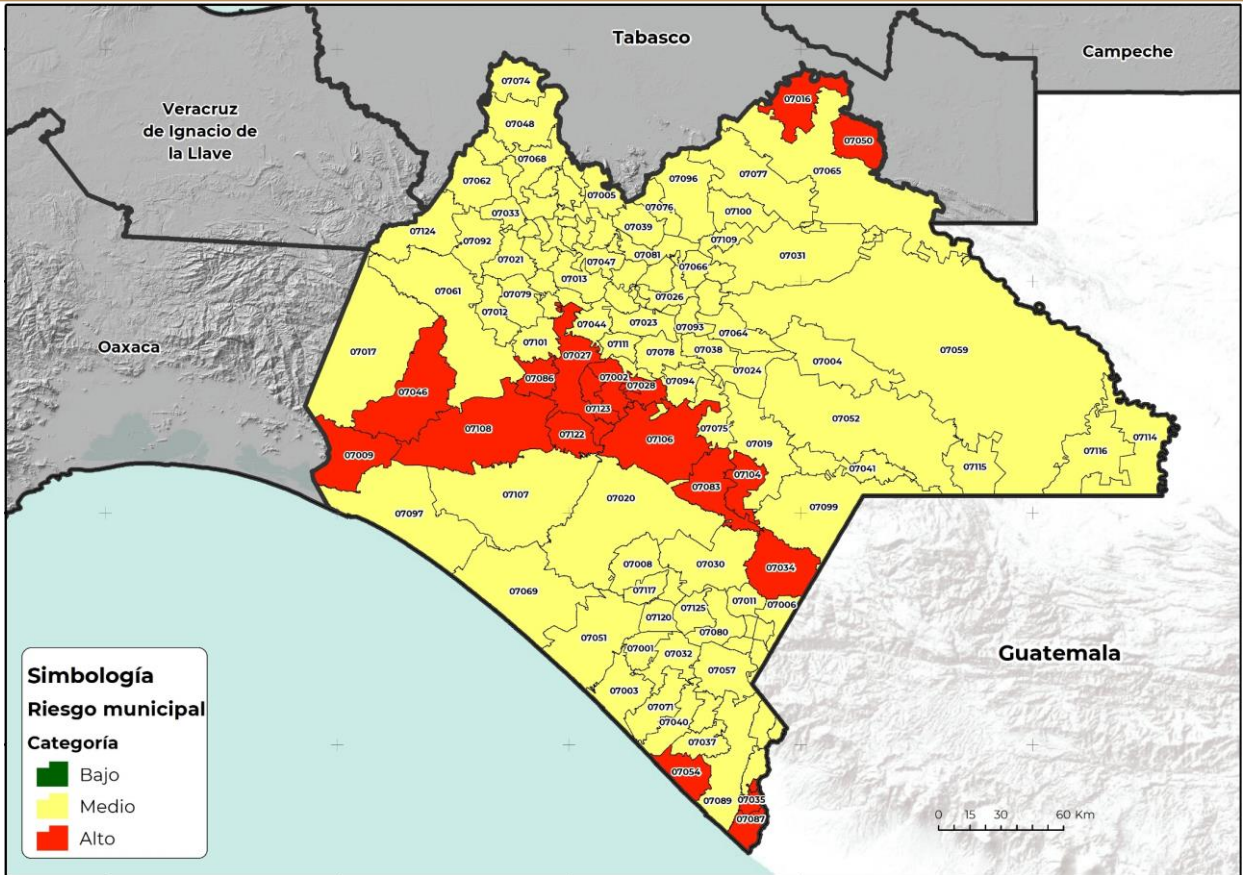
3. Conforme al gráfico de Fluctuaciones Poblacionales de Estadios Ninfales 2020-2022, para el año 2022, se presentó la 1ra generación de mayo a septiembre con un pico poblacional en julio, detectando hasta instares N6. La 2da generación inicio en octubre, observando hasta N3. En ambas generaciones se destacó la Etapa fásica/Tipo de formación: Solitaria/Solitario y Solitaria/Manchón.

4. Las condiciones agroclimáticas pronosticadas para el mes de diciembre son **medias** en Chiapas. La plaga se ha densificado en formaciones de solitarios y manchones en zonas con condiciones favorables de humedad del suelo y verdor de la vegetación. Estas zonas se localizan principalmente en los municipios de Acala, Arriaga, Catazajá, Chiapilla, Socoltenango, Frontera Hidalgo, entre otros.

5. Se identifican 20 municipios en riesgo alto, de los cuales sólo en 18 se identifica **superficie de hospedantes susceptibles con 32,628 ha con un valor aproximado de 1,316 Mdp.**, representado en promedio a nivel municipal una dependencia económica, respecto al valor total de su producción agrícola, del **69%**. Destacan por su valor los cultivos como: **caña de azúcar, maíz, ajonjolí, sorgo, chile verde, jitomate, limón, frijol, soya y naranja**. Respecto a zonas de resguardo identificadas con valor económico como pastos y praderas, representan una superficie de 5,285 ha con un valor estimado de 71 Mdp.



Anexo 1.- Son 20 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
07002	Acala		<b>Alto</b>	Acala
07009	Arriaga			Las Arenas, Azteca (La Punta), Villa del Mar, Malpaso, Arriaga, Emiliano Zapata
07016	Catazajá	<b>8</b>		Punta Arena, Ignacio Zaragoza, Cuauhtémoc, El Rosario, Catazajá
07027	Chiapa de Corzo	<b>11</b>		Galecio Narciá, Ignacio Allende, Chiapa de Corzo, Jardines del Grijalva, Julián Grajales, Nuevo Bochil, Las Flechas, Ribera el Amatal, Salvador Urbina, Cupasmí
07028	Chiapilla			Chiapilla
07034	Frontera Comalapa			Joaquín Miguel Gutiérrez (Quespala), Nueva Independencia (Lajerío), Nueva Libertad, Ciudad Cuauhtémoc, Frontera Comalapa, Paso Hondo, Sinaloa, San Caralampio, Doctor Rodulfo Figueroa (Tierra Blanca)
07035	Frontera Hidalgo			El Carmen, Ejido Francisco I. Madero, Frontera Hidalgo, Gustavo Díaz Ordaz, Cantón Santa Cruz, Santa Lucía I, Las Viudas, Ignacio Zaragoza, Texaltic, Frontera Hidalgo, Poblado Francisco I. Madero
07046	Jiquipilas			Baja California, Nueva Francia, Julián Grajales, Nueva Palestina, Sinaloa, Vicente Guerrero, Tiltepec, Jiquipilas, Tierra y Libertad, Cuauhtémoc, José María Pino Suárez, El Triunfo, Quintana Roo
07050	La Libertad			José María Morelos y Pavón Centro, La Libertad
07054	Mazatán			Aquiles Serdán, San José el Hueyate (Barra de San José), Cuatro Caminos, Guadalupe, Mazatán, Buenos Aires
07055	Metapa			El Arenal, Candelaria, Las Pilas, Metapa de Domínguez
07083	Socoltenango	<b>10</b>		Puerto Rico, Socoltenango
07086	Suchiapa			Suchiapa, Pacú
07087	Suchiate			Ejido Suchiate (Fracción la Pita), Dorado Viejo Fracción I, Tres Hermanos, El Gancho, Suchiate, Ciudad Hidalgo, La Libertad

**Anexo 1.- Son 20 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
07098	Totolapa		<b>Alto</b>	Totolapa
07104	Tzimol			Ochusjob, Tzimol, San Vicente la Mesilla
07106	Venustiano Carranza	<b>6</b>		Marcos E. Becerra, Belisario Domínguez, Miguel Hidalgo, Paraíso del Grijalva, Venustiano Carranza, Aguacatenango, Ricardo Flores Magón, San Francisco Pujilic, Soyatitán, Presidente Echeverría (Laja Tendida), Vicente Guerrero, San Francisco (El Calvito)
07108	Villaflores	<b>4</b>		Agrónomos Mexicanos, Calzada Larga, Úrsulo Galván, Villaflores, Benito Juárez, Cristóbal Obregón, Cuauhtémoc, Doctor Domingo Chanona, Guadalupe Victoria (Lázaro Cárdenas), Jesús María Garza, Nuevo México, Villa Hidalgo
07122	El Parral			El Parral, Jericó (Porvenir)
07123	Emiliano Zapata			Nuevo Vicente Guerrero (El Chichonal), 20 de Noviembre

**Anexo 1.- En total son 104 municipios identificados con nivel de riesgo medio**

Clave	Municipio	Control (Ha)	Riesgo
07001	Acacoyagua		<b>Medio</b>
07003	Acapetahua		
07004	Altamirano		
07005	Amatán		
07006	Amatenango de la Frontera		
07007	Amatenango del Valle		
07008	Ángel Albino Corzo		
07010	Bejucal de Ocampo		
07011	Bella Vista		
07012	Berriozábal		
07013	Bochil		
07014	El Bosque		
07015	Cacahoatán		
07017	Cintalapa		
07018	Coapilla		
07019	Comitán de Domínguez		
07020	La Concordia	<b>44</b>	
07021	Copainalá		
07022	Chalchihuitán		
07023	Chamula		
07024	Chanal		
07025	Chapultenango		
07026	Chenalhó		
07029	Chicoasén		
07030	Chicomuselo		
07031	Chilón		
07032	Escuintla		
07033	Francisco León		
07036	La Grandeza		
07037	Huehuetán		
07038	Huixtán		
07039	Huitiupán		
07040	Huixtla		
07041	La Independencia		
07042	Ixhuatán		
07043	Ixtacomitán		
07044	Ixtapa		
07045	Ixtapangajoya		
07047	Jitotol		
07048	Juárez		
07049	Larráinzar		
07051	Mapastepec		
07052	Las Margaritas		
07053	Mazapa de Madero		
07056	Mitontic		
07057	Motozintla		
07058	Nicolás Ruíz		
07059	Ocosingo		
07060	Ocotepec		
07061	Ocozacoautla de Espinosa		
07062	Ostuacán		
07063	Osumacinta		

**Anexo 1.- En total son 104 municipios identificados con nivel de riesgo medio**

Clave	Municipio	Control (Ha)	Riesgo
07064	Oxchuc		<b>Medio</b>
07065	Palenque		
07066	Pantelhó		
07067	Pantepec		
07068	Pichucalco		
07069	Pijijiapan		
07070	El Porvenir		
07071	Villa Comaltitlán		
07072	Pueblo Nuevo Solistahuacán		
07073	Rayón		
07074	Reforma		
07075	Las Rosas		
07076	Sabanilla		
07077	Salto de Agua		
07078	San Cristóbal de las Casas		
07079	San Fernando		
07080	Siltepec		
07081	Simojovel		
07082	Sitalá		
07084	Solosuchiapa		
07085	Soyaló		
07088	Sunuapa		
07089	Tapachula		
07090	Tapalapa		
07091	Tapilula		
07092	Tecpatán		
07093	Tenejapa		
07094	Teopisca		
07096	Tila		
07097	Tonalá		
07099	La Trinitaria		
07100	Tumbalá		
07101	Tuxtla Gutiérrez		
07102	Tuxtla Chico		
07103	Tuzantán		
07105	Unión Juárez		
07107	Villa Corzo	<b>32</b>	
07109	Yajalón		
07110	San Lucas		
07111	Zinacantán		
07112	San Juan Cancuc		
07113	Aldama		
07114	Benemérito de las Américas		
07115	Maravilla Tenejapa		
07116	Marqués de Comillas		
07117	Montecristo de Guerrero		
07118	San Andrés Duraznal		
07119	Santiago el Pinar		
07120	Capitán Luis Ángel Vidal		
07121	Rincón Chamula San Pedro		
07124	Mezcalapa		
07125	Honduras de la Sierra		



## 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, donde se 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:

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

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:

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

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 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:

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

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 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 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 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.

**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.