



AGRICULTURA
SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL



SENASICA
SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD,
INOCUIDAD Y CALIDAD AGROALIMENTARIA

inifap
Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias



Sistema de Alerta Temprana

N° 01

Enero 2023



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

Colaboración Técnico-Científica:

Dirección en Jefe

Dirección General de Sanidad Vegetal

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

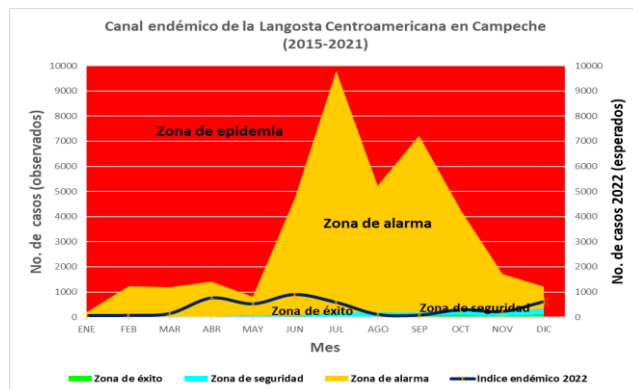
Comité de Sanidad Vegetal del estado de Campeche



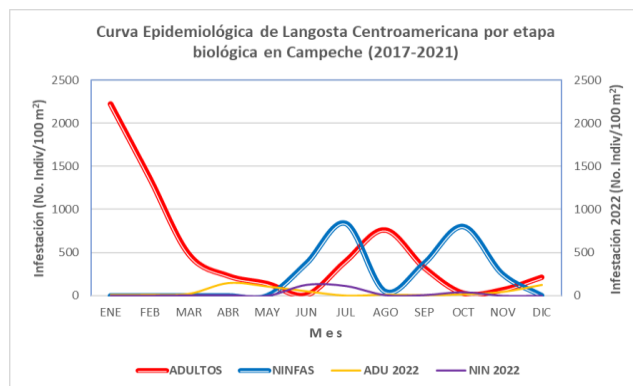
El Sistema de Alerta temprana del SENASICA enfocado a la Langosta Centroamericana en el estado de Campeche, y conforme al análisis espacial multicriterio derivado de la información de los censos realizados en campo, datos agroclimáticos favorables pronosticados y antecedentes de la plaga, se emite el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

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

- Conforme al gráfico de canal endémico se observa mayor actividad poblacional de la langosta Centroamericana en el 2do semestre del ciclo anual, particularmente a partir del mes de junio. Destacan picos poblacionales importantes en los meses de febrero ($n=1,158$), abril ($n=1,391$), julio ($n=9,618$, pico máximo) y septiembre ($n=7,030$). **El índice endémico en los meses de enero a julio, octubre y diciembre se ubicó dentro de la zona de alarma, de agosto a septiembre y noviembre se percibió en la zona de seguridad.**



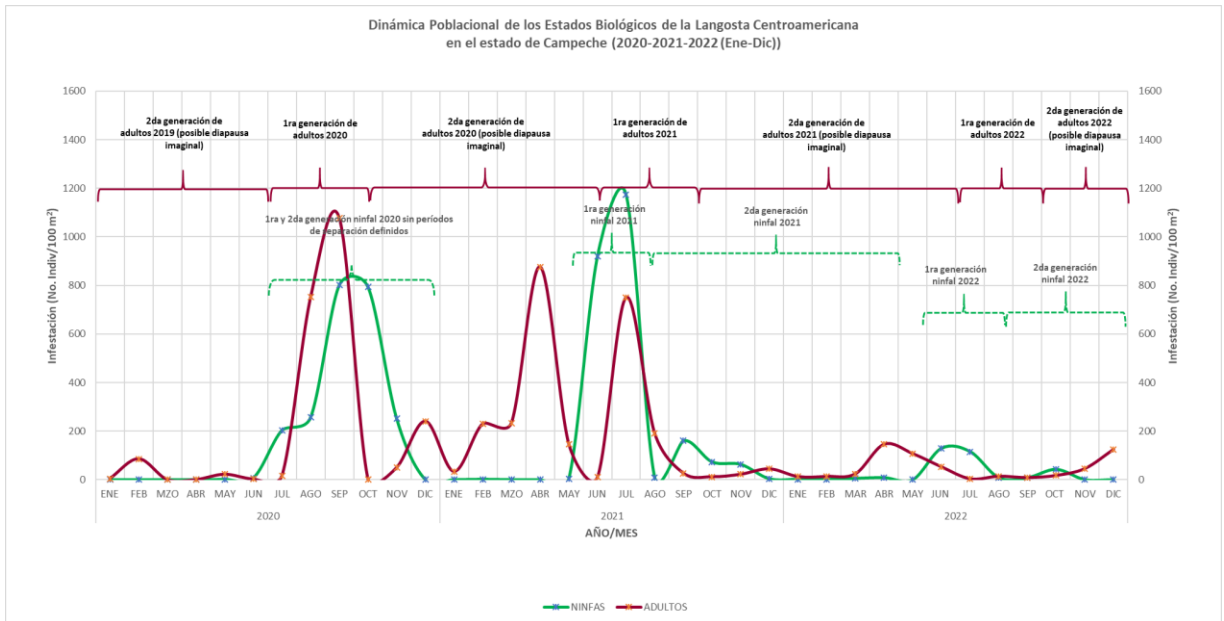
- En el gráfico de la curva epidemiológica se observa que **los adultos destacan en los meses de enero (2da generación del año anterior), agosto (1ra generación) y diciembre (2da generación).** Las ninfas destacan en los meses de julio (1ra generación) y octubre (2da generación).



- Con respecto al año 2022, el estado biológico de adultos de enero a diciembre tuvo densidades poblacionales moderadas ($n= 4,431$). Sin embargo, a partir del mes de abril el índice de infestación incrementó, donde se tuvo el mayor pico poblacional de adultos, para los meses de junio a noviembre la población disminuyó, aumentando en diciembre. **Desde el mes de enero se registraron los primeros valores de infestación de ninfas (1.8), incrementando en el mes de junio (pico poblacional) y descendiendo de agosto a diciembre ($n=58.4$).**

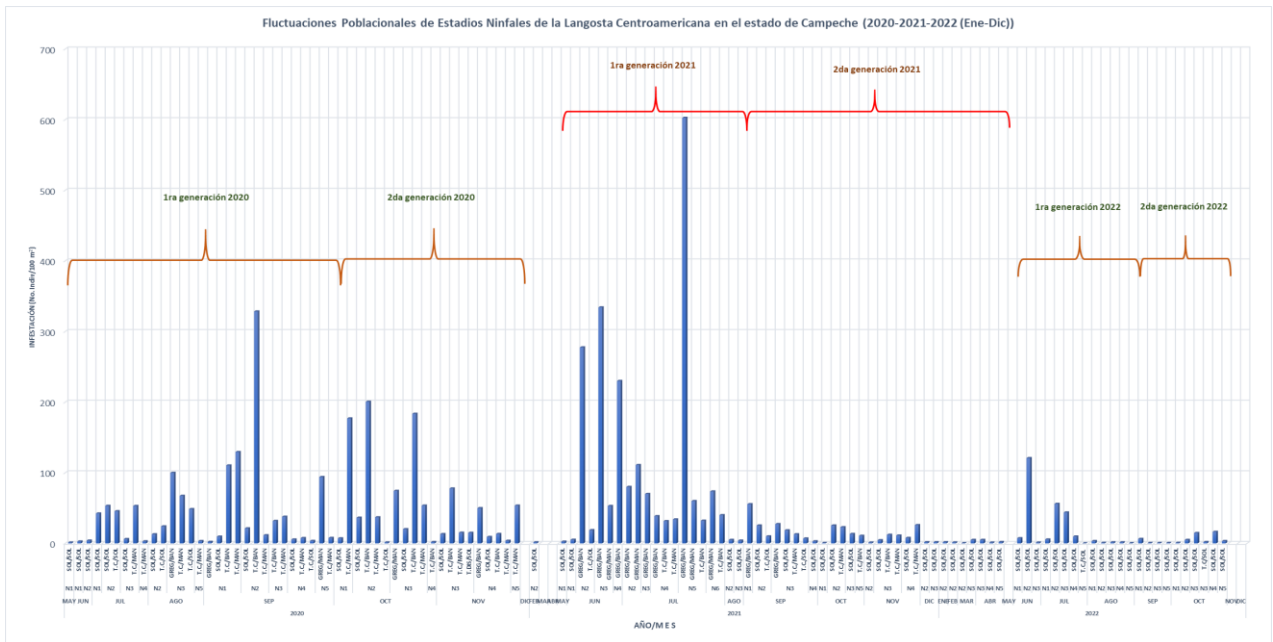


- En el gráfico de la Dinámica Poblacional de los Estados Biológicos de 2020 a 2022 se observó que **para el año 2020, los niveles máximos de infestación de la plaga destacan en los meses de septiembre y diciembre que corresponden a la 1ra y 2da generación de adultos, respectivamente**. Asimismo, los meses de enero-abril tiene lugar posiblemente la diapausa imaginal derivado del termotropismo y fototropismo en respuesta a las condiciones climáticas extremas de su entorno (nicho ecológico). En relación, a **las ninfas se observan picos de infestación, en julio, septiembre y octubre, durante los meses de mayo a noviembre no se visualiza una clara definición entre la 1ra y 2da generación**.
- **En 2021**, destaca el mes de abril por el nivel de infestación de adultos, donde posiblemente esta población pertenezca a la 2da generación 2020 después de concluir su diapausa imaginal; es importante mencionar que durante el período de enero a abril (con excepción del mes de febrero) no se tuvieron registros de estadios ninfales. **Se observa un pico de infestación en el mes de julio de 2021, que corresponde a la 1ra generación de adultos**. Entre los meses de septiembre-diciembre tiene lugar la 2da generación de adultos con niveles bajos de infestación y **pico máximo poblacional en diciembre**. Con respecto a las ninfas, la 1ra generación se presenta entre los meses de mayo y agosto, con pico máximo de infestación en julio; la 2da generación se observa entre los meses de septiembre a diciembre, con pico máximo poblacional en septiembre.
- **Para el 2022**, los meses de enero a diciembre se registraron infestaciones moderadas de adultos con un incremento en el mes de abril (máximo pico poblacional), correspondiente a la 2da generación de 2021, la 1ra generación de 2022 se presentó de julio a septiembre y la 2da generación abarco de octubre a diciembre. Con registros ninfales de enero a octubre con excepción de mayo y un pico poblacional en junio.



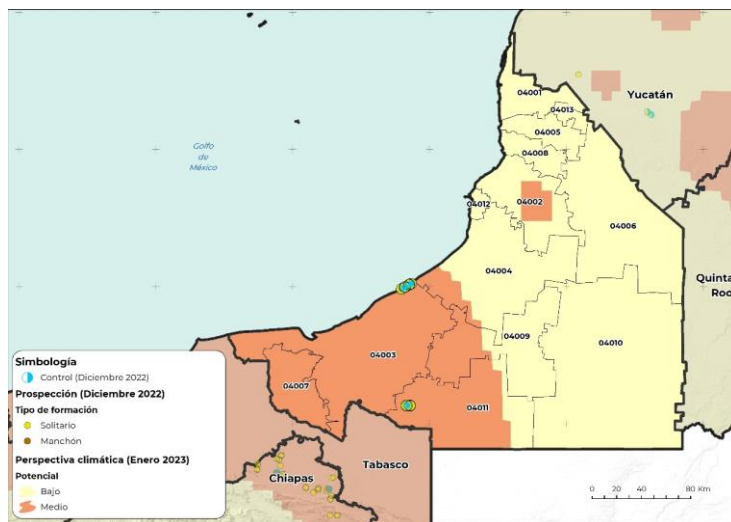


- En el gráfico de fluctuaciones poblacionales de estadios ninfales 2020 a 2022, para el año 2020 se observa la configuración de la 1ra y 2da generación; **la 1ra generación se presentó entre los meses de mayo a septiembre, donde se observó que las mayores densidades poblacionales tuvieron lugar en el mes de septiembre, destacan las Etapas fásicas/tipo de formación: Transciens congregans/Bando, seguido de Transciens congregans/Manchón.** Para esta generación se registraron estadios ninfales N1-N5. **La 2da generación inicia en el mes de octubre para concluir en el mes de noviembre; las mayores densidades se presentan en el mes de octubre y destacan individuos en Transciens congregans/Bando y Transciens congregans/Manchón.** En esta generación se registraron instares N1-N5. **Entre los meses de diciembre de 2020 y abril de 2021 (excepto febrero), no se registraron estadios ninfales.**
- Para el año 2021, **la 1ra generación empieza a partir del mes mayo para concluir el mes de agosto. Los meses de julio (pico máximo) y junio presentan mayor nivel de infestación,** destacan la Etapa fásica/Tipo de formación: Gregaria/Bando (en junio y julio). Para esta generación se registraron instares N1-N6. **La 2da generación se presentó entre los meses de septiembre a abril del año siguiente, con bajos niveles de infestación.** Se destacan tres picos de infestación en los meses de septiembre, octubre y noviembre, con la Etapa fásica/Tipo de formación: Gregaria/ Bando, Solitaria/Solitario y Transciens congregans/Manchón, respectivamente. En esta generación se registraron instares N1-N5.
- Para el año 2022, **la 1ra generación de estadios ninfales se presentó de junio a agosto, seguido de la 2da generación que inició en septiembre y finalizó en octubre,** destacando en los dos periodos la Etapa fásica/Tipo de formación: Solitaria/Solitario, observando hasta ninfas 5.

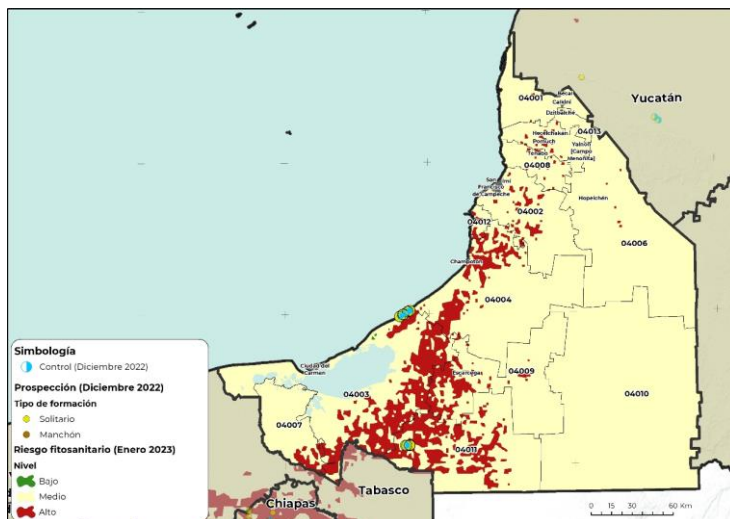


2**Perspectiva climática asociada a la dinámica poblacional de la plaga**

Con base en el **análisis agroclimático** y los **requerimientos de temperatura e índice normalizado de precipitación**, se observa que en el estado de Tamaulipas se pronostican **condiciones potenciales medias y bajas** para el **desarrollo de la plaga en el mes de enero**.

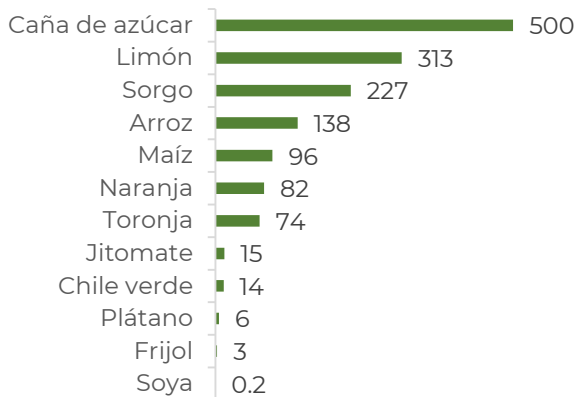
**3****Situación actual de la plaga y determinación del riesgo fitosanitario asociado**

- Durante el mes de diciembre las poblaciones de la langosta centroamericana se identificaron en **monte y pasto**, así como en **palma de coco en desarrollo vegetativo y producción**.
- No se registraron mangas.
- **Tres municipios** con acciones de control en 112 hectáreas.
- Las zonas de riesgo alto se localizan cercanas a las localidades Candelaria, San Isidro, Checbul, entre otras
- **En total, 13 municipios son los que presentan riesgo medio. No se identifican municipios en riesgo alto (Anexo 1).**

Análisis y estudio de riesgo espacial-multicriterio

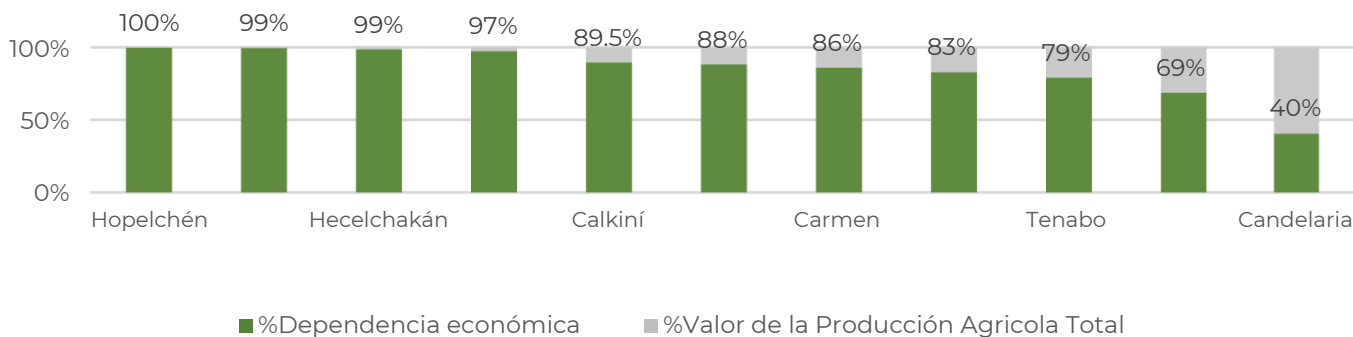
4
Impacto económico conforme al modelo espacial multicriterio

- **No se identifican municipios en riesgo alto**, por lo que se cuantifica 13** municipios detectados con nivel de riesgo medio. Superficie aproximada de **55,920 ha** de cultivos agrícolas de hospedantes susceptibles al mes de Febrero, ciclo otoño invierno.
- La dependencia económica* en promedio es de **85 %** para los municipios identificados con riesgo medio o bajo.


1,468 Mdp
Posible Impacto económico en los municipios con riesgo medio.
Valor de la producción de cultivos hospedantes en riesgo medio (Mdp)


** Nota: No se identifica cultivos hospedantes, SIAP 2021 en los municipio: Seybaplaya y Dzitbalché.

*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 municipio en riesgo medio, respecto al valor total de su producción agrícola

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

Nivel de Riesgo	Número de Municipios	*Superficie sembrada (ha)	*Valor de la Producción (MDP)	*Dependencia económica %
Medio	13	55,920	1,468	85%
Total General:	13	55,920	1,468	85%

-Los datos pueden estar redondeados al inmediato superior.





6 Conclusiones y/o consideraciones

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

1. 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 febrero (n=1,158), abril (n=1,391), julio (n=9,618, pico máximo) y septiembre (n=7,030). **El índice endémico en los meses de enero a julio, octubre y diciembre se ubicó dentro de la zona de alarma, de agosto a septiembre y noviembre se percibió en la zona de seguridad.**
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 y Mayo - Agosto	Julio	Octubre-noviembre y septiembre-abril	Octubre
Adultos	Julio - Octubre y Junio - Septiembre	Septiembre y Julio	Noviembre - Mayo y Octubre - Febrero	Diciembre

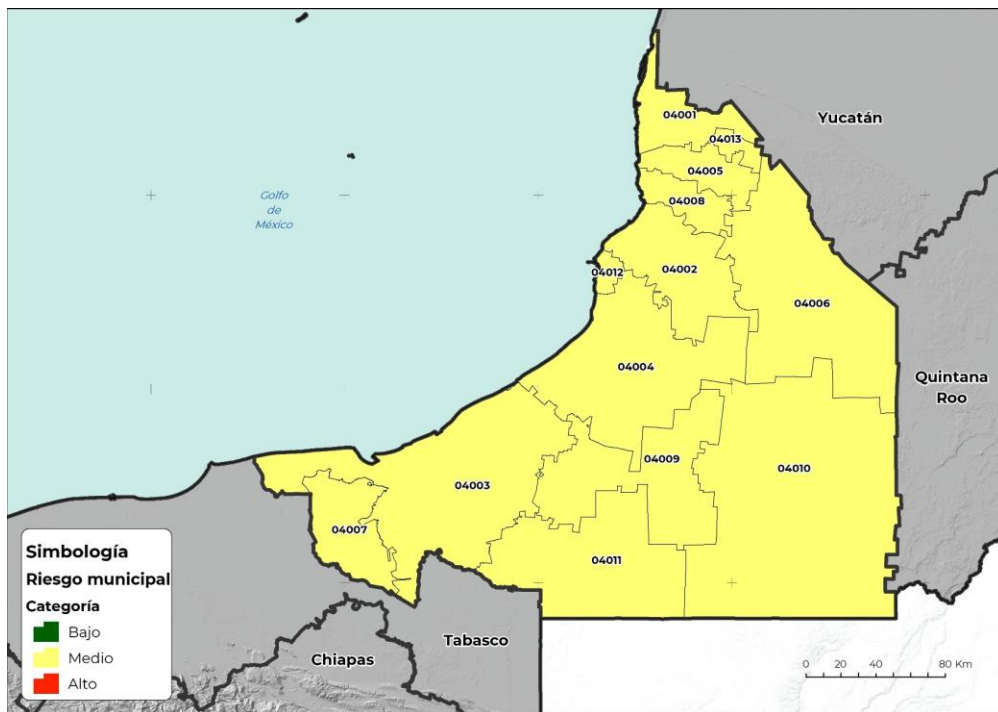
Es importante precisar que las fechas de inicio/fin de la 1ra y 2da generaciones en los estados biológicos de la langosta Centroamericana pueden variar (adelantarse o atrasarse) debido a los factores climáticos que inciden en tiempo/espacio.

3. Conforme al gráfico de Fluctuaciones Poblacionales de Estadios Ninfales 2020-2022; **para el año 2022, se presentó la 1ra generación de estadios ninfales entre los meses de junio y agosto, destacando la Etapa fásica/Tipo de formación: Solitaria/Solitario, y observando hasta ninfas 5. En septiembre da inicio la 2da generación de ninfas continuando hasta diciembre.**
4. Las condiciones agroclimáticas pronosticadas para el mes de diciembre son favorablemente medias y bajas para el desarrollo de la plaga dentro de la entidad. Aunque la densidad de la plaga es baja, existen zonas donde las condiciones de humedad del suelo y verdor de la vegetación son favorables para su desarrollo.
5. Al mes de Enero, en el estado de **Campeche no se identifican municipios en riesgo alto**, por lo que se cuantifican 13 municipios en nivel de riesgo medio, con una superficie de hospedantes susceptibles de 55,920 ha con un valor aproximado de 1,468 Mdp. Destacan por su valor los cultivos como: caña de azúcar, limón, sorgo, arroz, maíz, naranja, toronja, jitomate, chile verde, plátano, frijol y soya. Se identifica en promedio en los municipios en riesgo medio una dependencia económica del 85% en caso de un impacto potencial en cultivos hospedantes. No presenta zonas de resguardo identificadas como pastos y praderas con valor económico que cuantificar





Anexo 1.- Son 13 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	Riesgo
04001	Calkiní	Medio
04002	Campeche	
04003	Carmen	
04004	Champotón	
04005	Hecelchakán	
04006	Hopelchén	
04007	Palizada	
04008	Tenabo	
04009	Escárcega	
04010	Calakmul	
04011	Candelaria	
04012	Seybaplaya	
04013	Dzitbalché	





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 física 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 físicas: 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:

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

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

Índice de Vegetación Ajustado al Suelo (SAVI): Es un tipo de índice de vegetación obtenido a partir de imágenes satelitales de tipo 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:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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.

