

ANÁLISIS MATRICIAL DE DATOS CLIMATOLÓGICOS Y SU RELACIÓN CON EL COMPORTAMIENTO DE LA LANGOSTA WALKER (Schistocerca piceifrons piceifrons) EN EL ESTADO DE YUCATÁN

Díaz-Torres, J. J.,¹ Camarena-García, M. A.,¹ Baquero-Castillo, J. A.,² Rincón-Enríquez, G.,¹ López-López, A.,¹ Uch-Vázquez, A. y Hernández-Mena, L.¹



¹ Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco A. C.
²Automatización y Software S.A. de C.V. (Avancx)
jdzid@ciatej.net.mx



REGIÓN CÍTRICA EN EL SUR DEL ESTADO DE YUCATÁN
La región cítrica en el sur del Estado de Yucatán constituye la principal zona de producción cítrica de la entidad, está formada por los municipios de Ahí, Dzan, Maní, Maní, Oxtutzcab, Tekax, Ticul y Sicalum (Línea Blanca en la Figura 1). Contribuye con el 84% de la producción de naranja y el 40% de producción de limón. Son los municipios con la mayor producción de cítricos en Yucatán [Figura 2] [SAGARPA-Gobierno de Yucatán, 2008; SIDETEY, 2012].

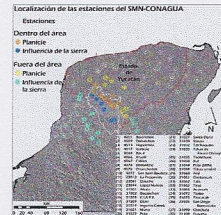


FIG. 1. DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.

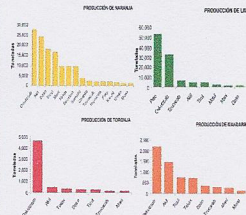


FIG. 2. PRINCIPALES CULTIVOS DE CÍTRICOS DE LOS MUNICIPIOS EN EL SUR DE YUCATÁN.

CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS COMO FACTORES DE RIESGO SANITARIO

Los cítricos de la región sur de Yucatán están expuestos al peligro que representa la aglomeración en bandas y mangas de Langosta Walker (Schistocerca piceifrons piceifrons), así como a una gran variedad de enfermedades, entre ellas el Huanglongbing (HLB). Debido a esto, se vuelve necesario conocer los patrones de una gran cantidad de factores que inciden en el comportamiento de los organismos que amenazan a los cítricos.

Las condiciones del medio físico entorno a las plantaciones de cítricos en el sur de Yucatán representan uno de los principales factores que influyen e favorecen el desarrollo de las funciones fisiológicas y morfológicas, así como el comportamiento individual y de grupo de la Langosta Walker. La mayoría de los trabajos relacionados con este tema, reportan que existen rangos de precipitación y temperatura óptima que inciden en el desarrollo y el cambio de fases de la Langosta (Flores-Gómez y Mancilla-Sánchez, 1992; Hernández-Velázquez, 2003; Contreras-Servín, 2009; Garza-Urbina, 2005; Magaña-Ortiz, 2010; Pérez-Montesquedo, 2010).

Debido a que estas dos variables meteorológicas representan un factor determinante en el comportamiento de la Langosta Walker, se plantea el objetivo de caracterizar la distribución temporal y espacial de la precipitación y la temperatura media mensual en la Península de Yucatán, al menos de los últimos 50 años (Figuras 3, 4 y 5).

FIG. 3. NORMALES CLIMÁTICAS DE LAS ESTACIONES UBICADAS EN EL SUR DE YUCATÁN (SMN)

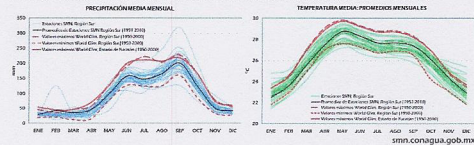


FIG. 4. PRECIPITACIÓN, PERIODO 1950-2000

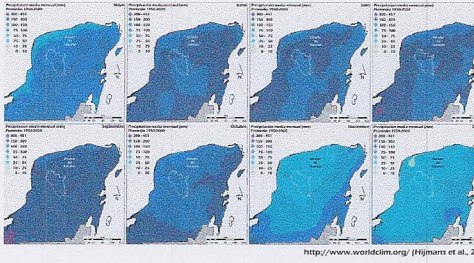
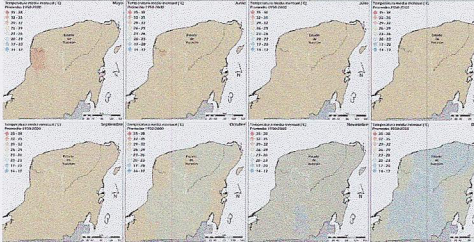


FIG. 5. TEMPERATURA MEDIA, PERIODO 1950-2000



APLICACIONES DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Los SIG aportan elementos de análisis espacial que complementa la perspectiva de la dimensión temporal del comportamiento de los fenómenos naturales. Una forma eficiente de alimentar a un SIG, es mediante el uso de datos o imágenes en formato raster. Los arreglos matriciales con atributos espaciales (x,y) y propiedades de la variable o parámetro de estudio (z) almacenados en cada celda de la matriz (Figura 6). Paquetes de software como ArcGIS, ENVI, Edas o Er Mapper ofrecen herramientas de análisis mediante la manipulación de estos datos raster. Este tipo de software ayuda a separar y procesar cada una de las variables para exponerlas como capas separadas y llevar a cabo el análisis espacial (Figura 7); su interfaz permite ejecutar operaciones o algoritmos, tan sencillos o complejos como sea necesario.

Con la información de las bases de datos públicas tales como las normales climáticas del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) (Figuras 1 y 3) y los datos de las variables climáticas en formato raster del sitio www.worldclim.org (Hijmans et al., 2005), se pudo generar una caracterización del comportamiento temporal y espacial de las variables de precipitación y temperatura sobre el territorio de la Península de Yucatán. Aquí se presentan algunos de los resultados obtenidos a partir de la aplicación de la técnica de análisis geoespacial.

FIG. 6. PROCESAMIENTO DE DATOS RASTER.

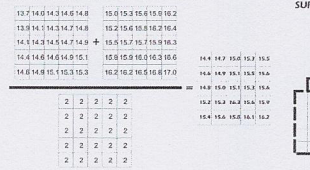
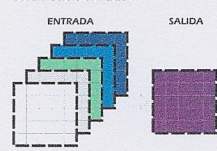


FIG. 7. ANÁLISIS ESPACIAL MEDIANTE SUPERPOSICIÓN DE CAPAS.



ÁLGEBRA DE MAPAS APLICADA AL ANÁLISIS DE DATOS METEOROLÓGICOS

La clasificación del clima adaptada por Enríquez García en 1964 para el territorio de la República Mexicana, considera de forma determinante la relación de dos variables meteorológicas: precipitación y temperatura. El mapa de clasificación de climas que propone, indica que el tipo de clima predominante en la Península de Yucatán es Cálido Subhúmedo, y clasificado en tres subtipos debido básicamente a la cantidad de humedad (Figura 8-A). Según este mapa, el gradiente de humedad disminuye hacia el norte y noroeste, donde ya se observan condiciones climáticas con algún grado de aridez.

La eficiencia de la precipitación representa la relación de las variables de precipitación (P) y temperatura media anual (Ta), puede ser determinada por diferentes modelos, entre ellos están los índices de aridez o pluviosidad de Lang (L) y De Martonne (J) [Ecuaciones 1 y 2].

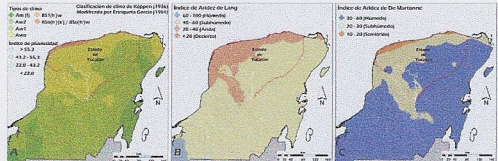
$$P_a = \frac{P}{T_m} \quad [E-1]$$

$$I_a = \frac{P}{T_m - 10} \quad [E-2]$$

Los datos raster del World Clim para la Península de Yucatán presentan las condiciones normales de precipitación y temperatura, y con estos se llevó a cabo la estimación del Índice de Lang e Índice de De Martonne (Figuras 8-B y C). Los dos indicadores señalan que en la porción norte, particularmente en el noroeste de la península, la eficiencia de la precipitación disminuye significativamente, también exponen la presencia de un corredor con orientación NW-SE, donde disminuye la eficiencia de la humedad.

La clasificación de De Martonne explica la condición climática de aridez y humedad que delimita Enríquez García. No obstante, que el índice de Lang es un modelo más sencillo que emplea los mismos datos que se usaron para el modelo de De Martonne, presenta una condición de aridez que bien podría expresar el comportamiento y distribución de la eficiencia de la precipitación para períodos atípicos, tales como ENSO.

FIG. 8. MAPAS DE CLIMAS Y EFICIENCIA DE LA PRECIPITACIÓN



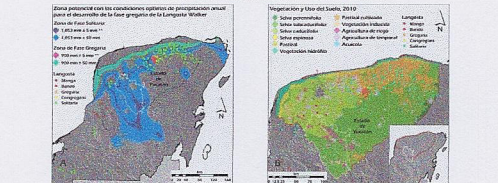
A) Mapa con la clasificación de climas de la península de Yucatán. Adaptado de la versión: Carta de climas 1: 1000 000, CONAGUA, 1998. B) y C) Mapas con la distribución espacial de la eficiencia de la precipitación, según los modelos de Lang y De Martonne, respectivamente.

La langosta tiene un agudo sistema de percepción del entorno, y las variaciones de la precipitación y temperatura producen alteraciones en su estado de excitabilidad nerviosa que se refleja en cambios fisiológicos y de conducta (Pérez-Montesquedo, 2010; García-Quiñanilla, 2012), esto conduce a cambios de fase Solitaria/Gregaria (Livarov, 1922; Hernández-Velázquez, 2003). La langosta en fase solitaria se desarrolla en zonas de confort donde la precipitación está al rededor de los 1,053 mm y la temperatura es de -27°C (Magaña-Ortiz, 2010); por otra parte, la langosta en fase gregaria se desarrolla en zonas donde la precipitación es de 900 mm y con temperaturas entre los 27°C y 32°C (Astacio y Landaverde, 1988 en Garza-Urbina, 2005; Contreras-Servín, 2009). Estas condiciones óptimas de humedad y calor favorecen el desarrollo y la agrupación de la langosta en bandas y mangas.

El presente trabajo expone la delimitación de zonas potenciales para el desarrollo de la Langosta Walker, considerando para esto el criterio de precipitación total anual. Las cifras de 900 y 1,053 mm de precipitación propuestas como óptimas para el desarrollo de la langosta en diferentes fases, acotan especialmente a zonas más estrechas donde es difícil creer que una especie se puede desarrollar, y más aún cuando se sabe que es una especie migratoria. Por lo tanto, hemos establecido umbrales de precipitación (± 50 mm) que delimitan zonas más amplias que podrían explicar la distribución de langosta registrada durante los últimos años en el norte de la península (Figura 9A).

Si bien existe una relación de la distribución de la Langosta Walker respecto a ciertas condiciones climáticas sobre gran parte de la región norte de la península, es importante considerar otros aspectos, entre ellos la modificación de ecosistemas que ocurre a consecuencia del agotamiento de los recursos. La alta variabilidad de las condiciones climáticas está muy ligada al estado de alteración de la cubierta forestal, la Figura 9B presenta la cobertura vegetal en el Estado de Yucatán (INEGI, 2010) y los reportes con la identificación de la langosta (SERNASICA, 2011 y 2012), demuestran que la sustitución de vegetación constituida de Selva Caducifolia y Subcaducifolia por agricultura, es otro de los factores que favorecen la presencia de la Langosta Walker en el norte de la Península de Yucatán.

FIG. 9. MAPAS CON LA UBICACIÓN DE LANGOSTA WALKER



La implementación de un SIG y el análisis espacial como una metodología, proporcionan la capacidad de evaluar la condición fitosanitaria de grandes cultivos. La disponibilidad de información reciente relacionada con la modificación de ecosistemas que ocurre a consecuencia del agotamiento de los recursos, la alta variabilidad de las condiciones climáticas y relevante con factores asociados al comportamiento de la plaga; representa un instrumento que provee de argumentos sólidos para la toma de decisiones con el objetivo de reducir los daños ante la presencia de la langosta.

REFERENCIAS

Contreras-Servín, 2009. Ficha técnica Schistocerca piceifrons piceifrons Walker, Langosta Centroamericana. Informe 2009 del Sistema Nacional de Vigilancia Fitosanitaria del Estado de Yucatán.
Flores-Gómez, J. J. y Mancilla-Sánchez, R. 1992. Biología, ecología y control de la langosta Schistocerca piceifrons piceifrons Walker (Orthoptera: Acrididae) en el estado de Yucatán.
García-Urbina, E. 2005. La Langosta Schistocerca piceifrons piceifrons y su manejo en la granja Huasteca. In: Folia. Folio Técnico núm. 12. San Luis Potosí. 15 p.
García-Quintanilla, A. 2012. La Langosta, los Maya y el colonialismo en Yucatán, México. 1881. Relaciones. Estudios de historia y sociedad. El Colegio de Michoacán.
Hernández-Velázquez, V. M. 2003. Tesis de doctorado en Bionteología. Efecto del contenido de humedad de condiciones biológicas de Mesohabitat antrópico en el comportamiento de la langosta Schistocerca piceifrons piceifrons Walker (Orthoptera: Acrididae). Universidad de Colima.
Hijmans, R. J., Cameron, S. E., Parra, J., Jones, K., Jarvis, A., 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. Int. J. Climatol., 25: 1965-1978. DOI: 10.1002/clm.1276.
Magaña-Ortiz, 2010. Tesis de maestría. Estatus comparativo de la Langosta Centroamericana (Schistocerca piceifrons piceifrons Walker) en la Huasteca de Veracruz.
Pérez-Montesquedo, A. 2010. Bionteología aplicada con aplicaciones de sistemas de información geoespacial. Biotrop. Revista electrónica de Biotropia. 19(5). Págs. 56-63.
SAGARPA-Gobierno del Estado de Yucatán, 2008. Programa de trabajo de la Comisión estatal de plagas agropecuarias de los Estados de Yucatán, A. C. 2008-2010. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 2008. Programa de trabajo de la Comisión estatal de plagas agropecuarias de los Estados de Yucatán, A. C. 2008-2010. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.
SIDETEY, 2012. Sistema de Información, Innovación y Desarrollo Tecnológico del Estado de Yucatán, (SIDETEY), 2012. Estadísticas del sector primario de Yucatán.