

RELACION ENTRE LA TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL MAR (TSM) Y ANOMALÍAS DE TEMPERATURA DEL AIRE EN EL PACÍFICO NORTE DE COSTA RICA DURANTE ANOS ENOS COMO POSIBLE PREDICTOR DE POTENCIALIDAD DE PLAGA DE LANGOSTA

José Alberto Retana
Gestión de Desarrollo
Instituto Meteorológico Nacional

1. Introduccion

Las poblaciones de langosta centroamericana (*Schistocerca piceifrons piceifrons*) pueden convertirse en plaga y atacar en forma recurrente y acíclica en el Pacífico Norte de Costa Rica causando severas pérdidas al sector agropecuario. Esta zona ofrece condiciones agroecológicas favorables para el desarrollo del insecto: planicies de suelos arcillo-arenosos, extensos campos de cultivos y pastizales, un adecuado régimen hídrico y elevadas temperaturas y brillo solar que favorecen el termotropismo y fototropismo positivo de la especie.

Varios autores coinciden en que las altas temperaturas ambientales pueden favorecer el período reproductivo (Barrientos 1992, Chacon 1985- citando otras fuentes-). Uvarov (1935) sugiere que , en teoría, largos períodos cálidos pueden inducir a las hembras a hacer uso total de las reservas de huevos de sus ovarios, con el fin de asegurar altas oviposuras durante períodos adversos para preservar la especie. Además, al elevarse la temperatura sobre la normal, la acumulación de energía térmica necesaria para cambiar de estados y estadios en la langosta (grados día), se conseguirá en menor tiempo, por lo que se tendrá un mayor número de generaciones por año. Por otro lado, se sabe con certeza (Barrientos 1992, Astacio 1987, Skaf 1986, Hunter 1967) que la densación (proceso de agrupamiento y alta densidad poblacional) es el principal factor que impulsa el mecanismo de cambio de fase de la langosta. Esto es, que pasa de un estado pasivo y de población controlada a otro agresivo y de grandes poblaciones amenazantes para el entorno agrícola. Si la temperatura ambiental es uno de los factores que promueven la densación (aumento poblacional), se puede pensar entonces que la temperatura puede ser un posible indicador de plaga.

En Costa Rica, principalmente en el Pacífico Norte , durante años de eventos El Niño se asocian condiciones especiales de sequedad con apariciones másivas de langostas. Según Ramírez (1992) la temporada seca en la Región Chorotega, puede adelantarse hasta en un mes . Registros de temperatura media demuestran que los máximos pueden llegar hasta un grado centígrado por encima de su valor normal.

El objetivo principal de este trabajo es utilizar el sistema computacional CLIMLAB, desarrollado por International Research Institute (IRI) para establecer relaciones entre la temperatura superficial del mar (TSM) y temperatura del aire (TA) del Pacífico Norte de Costa Rica, para usarlos como predictor de potencialidad de aparición de plaga de langosta.

3. Metodologia

Los datos TSM se extrajeron de la base de datos que ofrece el CLIMLAB como predictores de ENOS. Se seleccionó la región NINO3 como fuente de TSM debido a que posee una serie extensa de registros mensuales (1949-2002), ha sido muy estudiada y se encuentra más cercana a centroamérica. Los datos de TA, usados como predictandos, se tomaron de la base de datos del Instituto Meteorológico Nacional de Costa Rica. Se reconstruyó una serie de 25 años (1970-1995) de datos mensuales provenientes de dos estaciones complementarias y representativas de la zona de estudio: Liberia y La Guinea. El único dato faltante se rellenó con el promedio de la serie para ese mes. Luego de observar una relación cualitativa entre los últimos tres eventos de aparición de plaga (1982-1983, 1987, 1991-1994) y los picos máximos de anomalías de

temperatura, coincidentes con años ENOS (1982-1983, 1986-1987, 1991-1994); se realizó un análisis de regresión lineal entre las series de TSM y TA. Estas series fueron estandarizadas para suprimir el efecto del ciclo anual. Para analizar más detalladamente el coeficiente de regresión, se aplicó un análisis de contingencia. Se hizo una combinación de análisis de regresión lineal entre TSM y TA, para diferentes períodos estacionales en fase: mes a mes, bimestre a bimestre y trimestre a trimestre. Para la copia de mejor coeficiente y más alto estadístico "F", se aplicó un análisis de contingencia. Debido a que la serie de análisis TA es de poca extensión, 25 años, se utilizaron dos métodos de análisis para la generación del modelo de pronóstico: Hindcast, que estimará los valores provenientes de la regresión lineal practicada a toda la serie y Validación Cruzada, que permite estimar valores al analizar la serie extrayendo el año a pronosticar y calculando con el resto.

4. Resultados

El análisis de regresión lineal para las series estandarizadas y sin efecto de ciclo anual de TSM y TA se muestra en la tabla 1. En el gráfico 1, se observa el diagrama de dispersión de las series.

Cuadro 1. Estadísticos de regresión lineal para las series de temperatura superficial del mar (TSM) y temperatura ambiental de Liberia (TA). Grados de libertad = 298

Predictando	Coef. Corr.	Error Std.	Fo	Intercepto	Pendiente
TA	0.59	0.79	161.25	0.00	0.59

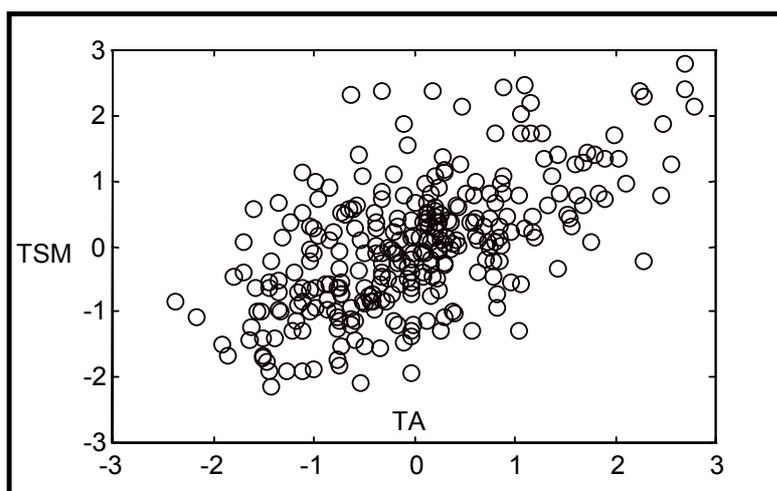


Gráfico 1. Diagrama de dispersión de las series de datos (TSM vs TA)

Dado que el coeficiente de correlación es aceptable para el tipo de relación que se busca, se permite aplicar un análisis de contingencia. La tabla de contingencia muestra que la diagonal principal concentra los mayores valores de las series, que se evidencia en el 56% de coincidencia directa entre valores de TSM y TA. El test de chi² indica que la coincidencia debido al azar es prácticamente nula. Luego de establecer la relación estadística entre las series de datos, se realizaron pruebas de regresión lineal aplicadas a períodos estacionales. Una matriz comparativa de coeficientes de regresión, muestra que la mejor relación se da entre el trimestre enero-febrero-marzo (EFM) de TSM y el trimestre enero-febrero-marzo (EFM) de TA, con un coeficiente de correlación de 0.78. Sin embargo, para los efectos prácticos que se quieren, se decidió tomar como trimestre del predictando (TA) el comprendido por los meses abril-mayo-junio (AMJ), que presenta un coeficiente de correlación de 0.76. Esto se debe a que a partir de mayo se presenta la segunda ovipostura de la especie en Costa Rica y que se asocia con probables plagas.

A partir de diciembre o enero, la langosta en puede iniciar un período de diapausa (cero crecimiento y mantenimiento basal) que le permite sobrepasar los efectos de períodos secos prolongados como los que usualmente se presentan en los meses de verano en Costa Rica. El análisis de regresión se resume en la tabla 2 y la tabla 3 muestra los resultados del análisis de contingencia de eventos.

Cuadro 2. Análisis de regresión lineal para las series estacionales en fase TSM (EFM) y TA (AMJ).

Predictando	Coef. Corr.	Error Std.	Fo	Intercepto	Pendiente
TA(AMJ)	0.76	0.56	31.90	0.00	0.67

Cuadro 3. Tabla de contingencia para las series de valores calculados por el análisis Hindcast y (TA (AMJ) CALC) y los valores TSM (EFM). Los mismos valores se obtienen para el análisis de Validación Cruzada.

TA (AMJ) CALC.	TSM (EFM)		
	Bajo	Normal	Sobre
Bajo	4	2	2
Normal	3	3	2
Sobre	1	3	5

El porcentaje de coincidencia directa es de 48, mientras que la inversa es de 24%. El peso de la diagonal principal se nota claramente. De hecho, más del 90% de la coincidencia de los casos, lo explica bien la línea de regresión calculada. (test de $\chi^2=3.81$, con 4 grados de libertad). El análisis de Hindcast se corre para toda la serie del predictando (TA-AMJ). Con los valores calculados se genera un modelo de expresión : **TA (AMJ) = 0.67 TSM(EFM)**. La corrida para los valores calculados vs los observados de la serie desde 1970 a 1994, se muestran en el gráfico 2.

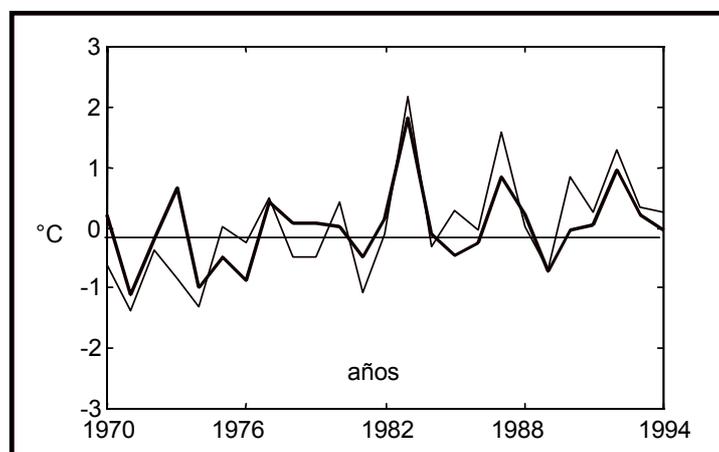


Gráfico 2. Anomalías estandarizadas de la temperatura media del aire observada durante el trimestre abril-junio en el Pacífico Norte de Costa Rica (línea fina) y la calculada por Hindcast (línea gruesa), mediante regresión lineal con las anomalías del trimestre enero-marzo de TSM Niño 3. Período de análisis 1970-1994

El análisis de Validación cruzada da un coeficiente de correlación de 0.71 con un error estandar de 0.59 . El porcentaje de coincidencia directa es 48, y el porcentaje de coincidencia inversa es de 24. El test estadístico del χ^2 aplicado es de 3.81 con 4 grados de libertad.

5. Discusión

La coincidencia cualitativa de los tres últimos eventos de aparición de langosta en el Pacífico Norte de Costa Rica, con la ocurrencia del fenómeno ENOS, puede tener fundamento estadístico al observar la relación entre TSM y TA. Esta relación de tipo lineal, indica que al elevarse la TSM se eleva a la vez la TA, siendo que es posible pronosticar este comportamiento, principalmente para el primer y segundo trimestre del año donde la relación es más fuerte (coeficiente de regresión de 78 y 76% respectivamente).

Al generar modelos de pronóstico mediante análisis Hindcast y Validación Cruzada, se obtiene prácticamente los mismos resultados, de hecho, el porcentaje de coincidencia directa es de 48 para ambos. Las tablas de contingencia para los dos análisis son iguales (ver tabla 3). Los coeficientes de regresión son:

0.76 (Hindcast)

0.71 (Validación Cruzada)

El test estadístico de Chi², da un grado de confiabilidad para el ajuste del modelo de más del 90%. El poder predecir con algún grado de confiabilidad, las temperaturas de esta primera mitad del año, permitiría estimar aproximadamente, con cuanto tiempo de adelanto se estarían alcanzando las generaciones de individuos adultos al hacer el cálculo de grados día para cada estado del ciclo de vida de la langosta. Además, dado el efecto directo que la temperatura tiene sobre el comportamiento de poblaciones del insecto y su relación probable con el período reproductivo (que en Costa Rica se inicia con la cópula durante el mes de abril), este pronóstico se podría utilizar como una voz de alerta al sector técnico especializado en el control de la langosta, para programar el movimiento de la contingencia de prospectores a las zonas donde habitualmente se dan las oviposturas

6. Conclusiones

Existe una relación directa entre las temperaturas superficiales del mar y las temperaturas del aire registradas en la zona Cañas-Liberia, del Pacífico Norte de Costa Rica. Esta relación es más fuerte durante la primera mitad del año, de tal forma que es posible predecir a partir del promedio de temperaturas superficiales de mar del primer trimestre del año, las temperaturas del aire para los meses de enero, febrero, marzo, abril, mayo y junio. El 76% de los casos, es explicado por el modelo propuesto, siendo que solo el 10% de los ajustes de los datos pueden deberse al azar.

Al poderse pronosticar la TSM para la región NINO3 hasta con un año de antelación, la predicción de TA a partir de su relación con TSM, se convierte en una herramienta importante utilizable no solo para el fin de este estudio, relación con la aparición de plaga de langosta, sino para otros fenómenos agrícolas o biológicos influenciados por fluctuaciones de temperatura.

Al pronosticar un predictando que a su vez es un indicador de otro evento, lo primero es establecer una buena relación entre el predictando (TA) y ese evento en particular (aparición de plaga de langosta). Esta relación se ha establecido teóricamente y en condiciones de laboratorio. Las pruebas en cámaras climáticas corresponden a ensayos realizados fuera de nuestra región y con especies diferentes (aunque muy similares) a la que ataca en centroamérica. Por lo tanto es necesario conducir, pero sobre todo financiar este tipo de experiencias a nivel local.

La relación establecida por medio del CLIMLAB es prometedora, pero apenas constituye una opción de un número grande de posibilidades, por lo que se crea la necesidad de seguir estudiando esta relación en forma más profunda.

La temperatura del aire, es tan solo un elemento influyente en el ciclo de vida de la langosta. Existen otros elementos, como la precipitación en período de ovipostura y salton, el brillo y radiación solar, que son condicionantes de algunos de los estados de este insecto. Es necesario

estudiar su relación con ENOS para obtener indicadores de plaga más fuertes, confiables y explicables fisiológicamente.

Bibliografía

- Astacio, O; Landaverde, R; 1988. La langosta voladora o chapulín *Schistocerca piceifrons piceifrons* (Walker 1870) y otros acrididos reportados en la región de OIRSA. División de Sanidad Vegetal. 20p. San José, Costa Rica.
- Barrientos, L; *et al.*; 1992. Manual técnico sobre la langosta voladora *Schistocerca piceifrons piceifrons* (Walker 1870) y otros acridoideos de centroamérica y sureste de Mexico. FAO-OIRSA. pp 1-50. El Salvador.
- Hunter, J; 1967. Life history of the Central American locust *Schistocerca sp* (Orthoptera: acrididae) in the laboratory. *Annals of the Entomological Society of America*. 60 (2): 468-477.
- Ramírez, P; 1990. El fenómeno de El Niño Oscilación del Sur. Boletín Meteorológico mensual. Instituto Meteorológico Nacional. Abril, pp 3-5. Costa Rica.
- Skaf, R; Billaz, R; 1987. Guía práctica de lucha contra los acrididos plagas de Brasil. Traducción al español: Evaristo Morales. OIRSA. 32p. Costa Rica.
- Uvarov, B; 1935. Locust and grasshoppers, a handbook for their study and control. London, The Imperial Bureau of Entomology. pp 69-169, 263-273.