

MODELO MATEMATICO QUE DESCRIBE LA VARIACION DE LA TEMPERATURA AMBIENTE EN EL VALLE DE PEROTE CUANDO SE PRESENTAN HELADAS

IRMA ZITACUARO CONTRERAS

DOMITILLO PEREYRA DIAZ

RUBEN DE LA MORA BASAÑEZ

CENTRO DE METEOROLOGIA APLICADA, FACULTAD DE FISICA

UNIVERSIDAD VERACRUZANA. APARTADO POSTAL 270

XALAPA, VERACRUZ, 91000 MEXICO.

Se presenta una investigación basada en un modelo matemático de la forma $T(t) = a \cdot t^b \cdot \exp(c \cdot t) + d$, el cual permite conocer el comportamiento diario de la temperatura ambiente $T(t)$, en las cercanías del suelo, cuando se han determinado los parámetros a , b , c y d típicos de la región en estudio.

Para conocer los parámetros de la función $T(t)$ se registró la temperatura del aire en el Valle de Perote, utilizando un teletermógrafo Rossbach, Modelo 45-R, cuyo sensor se colocó aproximadamente a 10 cm. de la superficie del suelo, durante el período enero-marzo de 1989, lapso de tiempo en el que se presentaron 22 heladas, estas heladas se distribuyeron en 3 grupos, en el primer grupo la temperatura varió de 0° a -2°C , en el segundo la temperatura varió de $<-2^\circ\text{C}$ hasta -4°C y en el tercer grupo la temperatura varió desde $<-4^\circ\text{C}$ hasta -6°C ; con los puntos medios de las curvas promedio se hizo el ajuste por mínimos cuadrados resultando, para la primera curva $a_1 =$

0.0002953 , $b_1 = 7.367$, $c_1 = -0.590$ y $d_1 = 0$, para la segunda $a_2 = 0.0008872$, $b_2 = 7.594$, $c_2 = -0.704$ y $d_2 = -3$ y para la tercera curva $a_3 = 0.035$, $b_3 = 5.005$, $c_3 = -0.482$ y $d_3 = -6$, con estos coeficientes se graficaron las $T(t)$ y se compararon con las curvas promedio observada notándose gran similitud entre ellas.

INTRODUCCION

Varios investigadores han tratado de modelar el comportamiento diario de la temperatura del aire entre ellos se encuentra Trewartha (1968) quien afirma que la variación de la temperatura del aire entre el día y la noche es un reflejo del balance de energía que recibe y emite la tierra y que esta variación es mayor durante días despejados, Matveev (1965) después de realizar varias observaciones encontró que la temperatura mínima en la superficie se presenta antes de la salida del sol y que posteriormente ésta aumenta rápidamente, Guerrero (1989) encontró relaciones para la tem-

peratura horaria mediamensual para la República Mexicana.

Conocer el comportamiento diario de la temperatura del aire en las cercanías del suelo, es de gran importancia para el sector agrícola, debido a que las temperaturas mínimas registradas son indicadores de la presencia o ausencia de heladas. Para conocer el comportamiento diario de la temperatura es necesario contar con un aparato de registro continuo como puede ser un termógrafo o un teletermógrafo. En nuestro país las estaciones climatológicas no cuentan con esta clase de equipo, generalmente registran temperaturas máximas y mínimas al abrigo y la del aire a las 8 de la mañana, para esto utilizan generalmente un termómetro de temperaturas extremas. Debido a que el objetivo de este estudio es conocer el comportamiento diario de la temperatura en la región agrícola del Valle de Perote, durante el período de heladas, fué necesario instalar un teletermógrafo Rossbach Modelo 45-

R, el cual monitorió la temperatura durante el período enero-marzo de 1989, lapso de tiempo durante el cual se registraron 22 heladas.¹

METODOLOGIA

Al observar el comportamiento de la temperatura del aire durante el día, se pudo constatar que no tiene un comportamiento simétrico con respecto al eje del tiempo en los puntos de temperatura máxima o mínima por lo cual la función que la modele debe de cumplir con las siguientes condiciones:

- a) Que sea una función continua.
- b) Que presente solamente un máximo y un mínimo.
- c) Que la rapidez de crecimiento hasta el punto más alto (temperatura máxima) sea mayor que la de decaimiento hasta el punto más bajo (temperatura mínima).

Según Guerrero (1989) la función que cumple con estas condiciones es de la forma

$$T(t) = a \cdot t^b \cdot e^{ct} + d$$

donde a, b, c, y d son parámetros típicos de cada región.

Para que la ecuación 1 modele el comportamiento diario de la temperatura sus parámetros deberán cumplir con las siguientes condiciones:

$$a > 0 \quad b > 1 \quad c < 0$$

RESULTADOS

De los registros de temperatura del período enero-marzo de 1989 se encontró que durante ese tiempo se presentaron 22 heladas, las cuales se distribuyeron en tres grupos, en las heladas del primer grupo su temperatura varió entre 0°C y 2°C, las del segundo entre <-2°C y -4°C y las del tercer grupo entre <-4°C y -6°C. a los puntos medios de los registros se les ajustó la ecuación 1, usando el método de mínimos cuadrados, teniendo como resultado las siguientes expresiones:

$$T_1(t) = 0.0002953 t^{7.367} e^{-0.590t} \quad -2^\circ\text{C} \leq T \leq 0^\circ\text{C} \quad (1.a)$$

$$T_2(t) = 0.0008872 t^{7.594} e^{-0.704t-3} \quad -4^\circ\text{C} \leq T < -2^\circ\text{C} \quad (1.b)$$

$$T_3(t) = 0.035 t^{5.005} e^{-0.482t-6} \quad -6^\circ\text{C} \leq T < -4^\circ\text{C} \quad (1.c)$$

Las ecuaciones 1.a), 1.b), y 1.c) se graficaron y se compararon con los valores promedios obtenidos de los registros, ver figs. 1, 2 y 3.

En la figura 1, se puede observar que la curva ajustada (Ec. 1.a) se comporta en forma similar a la curva promedio de los registros. También se puede ver que la temperatura máxima promedio difiere de la promedio observada en aproximadamente 1°C y que ésta se presenta alrededor de las 12 Hrs. En cuanto a la temperatura mínima del siguiente día la diferencia es muy pequeña y se presenta en ambos casos

alrededor de las 6 Hrs.

En la figura 2, se puede observar que la curva ajustada y la promedio observada difieren en cerca de 5°C cuando se presenta la temperatura máxima y en tiempo están desfasadas en una hora aproximadamente, ya que la observada indica que se presentó a las 12 Hrs. y la ajustada indica que fué a las 11 Hrs. en cuanto a la temperatura mínima la diferencia es muy pequeña y se presenta en ambos casos alrededor de las 6 Hrs.

En la figura 3, se puede observar un comportamiento mejor entre las curvas ajustada y observada promedio pues la diferencia entre la temperatura máxima de cada una es de unos 3°C y se presenta alrededor de las 11 Hrs. en ambos casos. En cuanto a la temperatura mínima la diferencia vuelve a ser muy pequeña, y se presenta alrededor de las 6 Hrs.

CONCLUSIONES

De las figuras 1, 2 y 3 se puede concluir que el modelo matemático propuesto para describir el comportamiento diario de la temperatura, cuando se presenta una helada, en el Valle de Perote es bueno, debido a que simula bastante bien el descenso de la temperatura, objeto de este estudio.

La diferencia entre el modelo y la curva promedio observada para la temperatura

¹Se consideró que se había presentado una helada cuando la temperatura del aire alcanzó o disminuyó por debajo de cero grados Celsius (Pereyra y Zifácuaro, 1988; Pereyra, et. al., 1990).

mínima fue muy pequeña y el tiempo de ocurrencia fué alrededor de las 6 Hrs. En cambio para la temperatura máxima se obtuvo una diferencia entre 1°C y 5°C y se presentó entre las 11 y las 12 Hrs. A futuro se alimentará el modelo con los registros de enero-febrero y de noviembre-diciembre de 1990, de donde se espera hacerlo más confiable y poder construir un nomograma que sirva de auxilio a las personas relacionadas con el sector agrícola.

AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y a la Universidad Veracruzana por estar apoyando económicamente este proyecto clave: P220CC0R892483 el cual finalizará el fin de año. 🌸

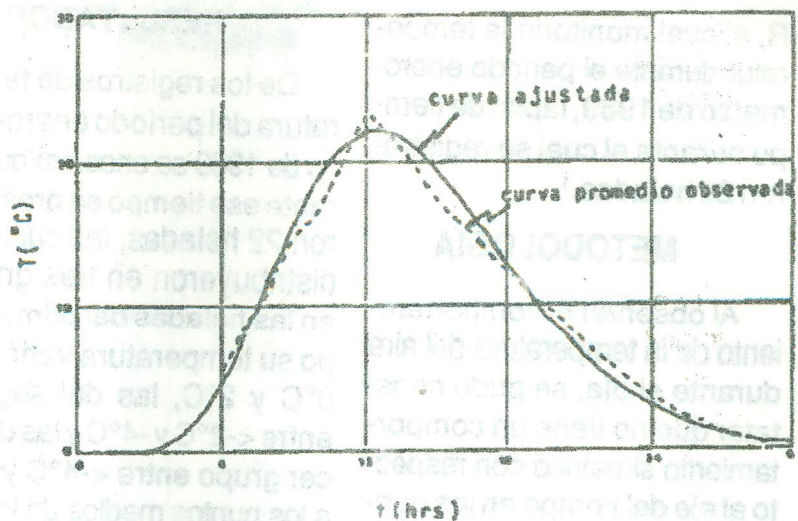


Fig. 1 Curva ajustada y curva promedio observada para $-2^{\circ}\text{C} \leq T \leq 0^{\circ}\text{C}$

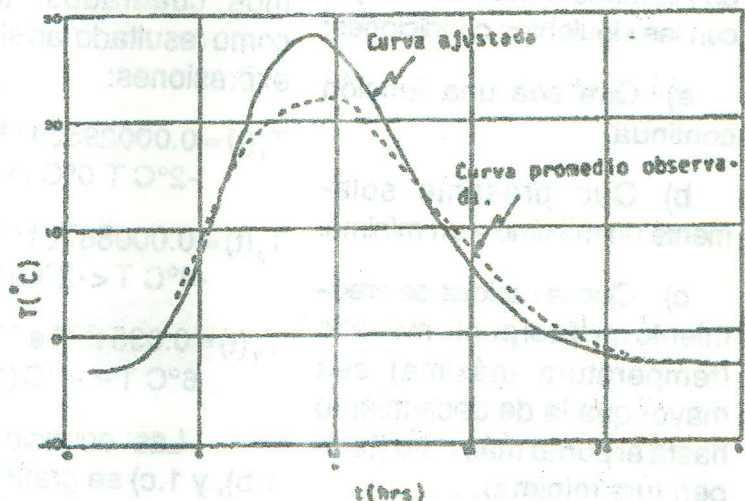


Fig. 2 Curva ajustada y curva promedio observada para $-4^{\circ}\text{C} \leq T \leq -2^{\circ}\text{C}$

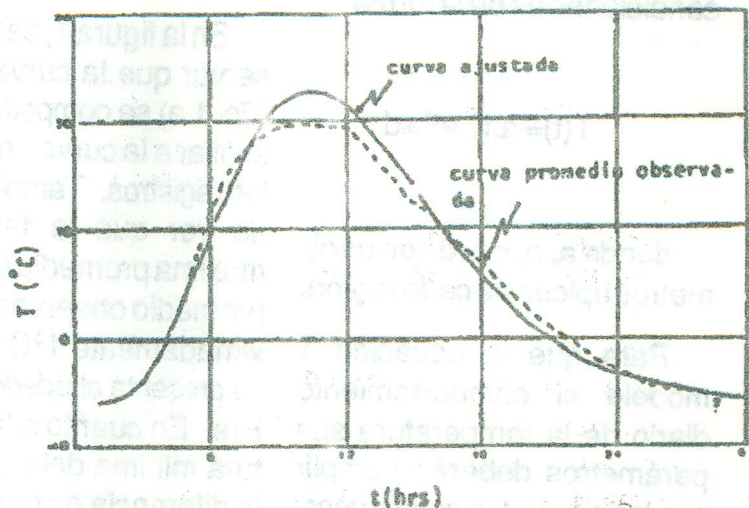


Fig. 3 Curva ajustada y curva promedio observada para $-6^{\circ}\text{C} \leq T \leq -4^{\circ}\text{C}$

BIBLIOGRAFIA

Guerrero, C.M. 1989; Modelo exponencial de la marcha diaria promedio mensual de la temperatura ambiente, Tesis profesional Ciencias Atmosféricas, Universidad Veracruzana, México.

Matveev, L.T. 1965: Fundamentos de Meteorología General, Moscú, URSS.

Pereyra, D.D. y Zitácuaro, C.I., 1988; Probabilidad de heladas en los campos agrícolas del Noreste del Cofre de Perote, Memorias del Tercer Congreso Interamericano y Mexicano de Meteorología, Pag.84-88, México.

Pereyra, D.D., Zitácuaro, C.I. y Palma, G.B.E., 1990: Heladas en el Cofre de Perote: técnicas de protección, Universidad Veracruzana, Col. Textos Universitarios, México.

Trewartha, G.T., 1968: An Introduction to climate, Macgraw Hill, New York, U.S.A.

El Ciclo de Actividad Solar de 11 años

Aparentemente el Sol tiene mayor influencia en la Tierra de lo que podemos imaginar, nuevos estudios meteorológicos reportaron la posible relación entre el ciclo de actividad Solar de 11 años y algunos aspectos de la ocurrencia de tormentas invernales (winter storms) en el hemisferio norte. Las oscilaciones del Sur o fenómeno del Niño en el océano, la formación de nubes, el calentamiento global de la estratósfera y el adelgazamiento en la capa de ozono en los polos son otros de los muchos fenómenos que se han tratado de relacionar con dicho ciclo de actividad solar. Últimamente, un investigador de la NASA afirmó que la frecuencia de erupciones volcánicas en el mundo también está relacionada con dicha variación de 11 años en la actividad Solar.



Mas Rayos de los que vemos

La National Weather Service de los Estados Unidos puso en servicio una red de detectores de rayos; los detectores son activados por la perturbación que crean, en el campo magnético terrestre, las ondas electromagnéticas generadas por los rayos. De acuerdo a esta red, en una tormenta puede haber hasta 2 ó 3 veces más rayos de los que un humano es capaz de detectar.