

ESTIMACION DEL PERIODO LIBRE DE HELADAS PARA LAS REGIONES ALTAS DEL CENTRO DE VERACRUZ

Francisco Javier García Meléndez, Silvia Villuendas Alvarez
Indalecio Montero Nolasco, Domitilo Pereyra Díaz
Especialidad en Climatología de la Universidad Veracruzana

Apartado Postal 136, Xalapa, Veracruz, México. C.P.91000 Tel. 91 281 2 09 46. Fax. 91 281 2 09 46

RESUMEN

En este trabajo se analizaron los registros de heladas reportados por 23 estaciones climatológicas, ubicadas en las regiones altas del centro de Veracruz. Dicha información se utilizó para estimar el período libre de heladas promedio, para cada una de las estaciones, en base a considerar la fecha de ocurrencia de la primera y última helada de cada año. Posteriormente se estimó el período libre de heladas probable al 20%, utilizando la función de distribución normal. Los resultados muestran una tendencia creciente del número de heladas con respecto a la altitud. La distribución espacial también mostró una fuerte relación con la orografía de la región, las zonas de mayor altitud mostraron un mayor número de heladas. El período libre de heladas promedio varió entre 221 (para las regiones cercanas a los 1000 metros) y 2 días, para las cercanas a los 2500 metros. El período libre de heladas probable fluctuó entre 52 y 257 días.

INTRODUCCION

La helada es un fenómeno atmosférico, que se presenta cuando la temperatura del aire, existente en las cercanías del suelo, desciende por debajo de 0°C (Donn, 1978). El fenómeno suele tener la máxima intensidad en las madrugadas, que es cuando se presentan las temperaturas mínimas. En las latitudes que se ubica la República Mexicana, el período de heladas comprende los meses finales de un año y los primeros del otro. Algunos elementos climáticos intervienen en la presencia o ausencia de heladas, por ejemplo; la ausencia de viento, que favorece las inversiones de temperatura, origina un enfriamiento por irradiación del suelo y las plantas hacia el espacio; la humedad atmosférica, si es abundante impide la presencia de heladas, debido a que se presenta el fenómeno de efecto invernadero con la radiación proveniente del suelo; los nortes que azotan el Golfo de México originan un enfriamiento por advección y pueden provocar la helada, en el Valle de Perote (Pereyra, et al., 1992); Sánchez et al. (1992), menciona que los nortes huracanados son los que influyen más en la ocurrencia de heladas tempranas en Las Vigas, Ver. Los tipos de heladas según la fecha de ocurrencia, pueden ser según (Torres, 1983): Invernales, otoñales y

primaverales; siendo estas últimas las más dañinas, debido a que afectan a las plantas durante su período más activo. Para cultivos perennes o arbustos son muy peligrosas las heladas de primavera y de otoño. Por su efecto existen dos clases de heladas: blancas y negras (Torres, 1983; Pereyra y Zitácuaro 1988) y por su origen se pueden presentar por advección, radiación o evaporación (García y Valdéz, 1986; Pereyra y Zitácuaro, 1988).

METODOLOGIA

El período libre de heladas es el número de días que transcurren desde la última helada de un período hasta la primera helada del siguiente. Para estimar el período libre de heladas promedio se deben incluir los cinco puntos siguientes (Torres, 1983): a) Para una serie de 15 años o más se determina la fecha de las heladas más tardías o fecha de la última helada de cada año; b) Se determina la fecha promedio de la última helada. Para esto se enumeran los días del año de 1 a 365 días y si son bisiestos de 1 a 366 días y se calcula el promedio de la última helada, solamente con los años que sí hayan tenido heladas; c) Se determina la fecha extrema de la primera helada de cada año; d) Se estima la fecha promedio de la primera helada, en forma semejante al inciso b); e) Finalmente, se determina el período libre de heladas, como el número de días que hay entre la fecha promedio de la primera y última helada. Los años que no registren heladas deberán tomarse como períodos de 365 o 366 días libres de heladas. Si transcurrieron uno o varios inviernos sin heladas aparecerán períodos libres de heladas con más de 365 días, lo cual no representa ningún inconveniente ya que al final la suma obtenida se divide entre el número total de años de la serie estudiada. En este estudio, primero se obtuvo la frecuencia mensual y anual de los días con heladas para cada estación climatológica, con el objeto de observar de que manera se distribuirán las heladas en el tiempo y el espacio, en la región. Luego se construyó un histograma del promedio anual de días con heladas por cada estación, teniendo estos valores como ordenada y en la abscisa las estaciones climatológicas en orden

creciente de altitud. En el cálculo de probabilidad de heladas, de este estudio se aplicó la función de distribución de probabilidad normal a las muestras de datos. La función de probabilidad normal está determinada por dos parámetros; la media \bar{X} , que se localiza en el centro de la distribución y la desviación estándar S , que mide la dispersión de las mediciones individuales, en nuestro caso, para una muestra finita, se obtienen de las siguientes expresiones:

$$\bar{X} = \sum_{i=1}^n X_i/n, \quad s = \sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 / (n-1)} \quad (1)$$

donde: X_i son cada una de las observaciones, n es el número total de observaciones. El cálculo de las probabilidades de la primera y la última helada se realizó para las estaciones de la Tabla 1. Para calcular la probabilidad de ocurrencia de la primera y la última helada, se obtuvieron las fechas de ocurrencia, en cada período de cada estación considerada (con altitud mayor de 1000 msnm). Una vez determinadas estas fechas, para cada estación, se codificaron por separado las primeras, que comprenden el período de julio a diciembre, y las últimas de enero a junio del siguiente año. La codificación se realizó asignando el número 1 al primer día del período, 2 al segundo y a partir de esta fecha, se les asigna el número correspondiente a las posteriores (en caso de fechas repetidas, sólo se anotaron 2 veces). Luego, se calculó la media \bar{X} y la desviación estándar S , para cada conjunto de fechas codificadas; para esto se usó la relación anteriormente descrita (ec. 1). Para cada estación se calculó la variable normalizada (Z) con la relación:

$$Z(F) = (X(F) - \bar{X}) / S \quad (2)$$

(donde Z es la variable normalizada, que es función de los niveles de probabilidad asignados, \bar{X} es la media de la población y S es la desviación estándar de la población. Para obtener la probabilidad de ocurrencia de la primera helada se recurrió a las relaciones:

$$P(Z_0 \leq Z) = 0.5 + A, \quad \text{cuando } Z > 0$$

$$P(Z_0 \leq Z) = 0.5 - A, \quad \text{cuando } Z < 0$$

Para obtener la probabilidad de ocurrencia de la última helada:

$$P(Z_0 \geq Z) = 0.5 - A, \quad \text{cuando } Z > 0$$

$$P(Z_0 \geq Z) = 0.5 + A, \quad \text{cuando } Z < 0$$

Con la aplicación de la función normal a la muestra de datos, se pudieron obtener las probabilidades de la primera y la última helada, así como el período libre de ellas. Para poder aplicar la función fue necesario que

existieran varios años de observaciones, y que todos registraran heladas. Esto para poder determinar las fechas promedio de la primera y la última con mayor confiabilidad. De las estaciones que se consideraron inicialmente en el estudio sólo trece de ellas fueron utilizadas, debido a que en algunas no existía un número considerable de años de observación y otras sin datos registrados.

RESULTADOS

A las 23 estaciones analizadas se les estimó el promedio mensual y anual de días con heladas (Tabla 1). En base a esta tabla se encontró la relación y la correlación entre altitud y número de heladas, (Figs. 1a y 1b, respectivamente), siendo el coeficiente de correlación (r) = 0.92. En estas figuras, se ve que conforme se aumenta la altitud se va incrementando el número de heladas, sobre todo después de los 2300 msnm (Fig. 2). La distribución espacial del período libre de heladas promedio y al 20% de probabilidad se muestra en las figuras 3 y 4. Para realizar los cálculos de probabilidad de ocurrencia de primera y última helada, sólo se tuvo suficiente información en 13 estaciones, en las figuras 5 a la 10 se presentan algunos casos. En ellas se obtuvieron los siguientes resultados: Para el período libre de heladas promedio, Totalco y Perote son las estaciones que presentan un período más pequeño (2 y 3 días respectivamente); mientras que Atzalan y Jalapa presentan el mayor número de días sin heladas (más de 200), Tabla 2. Para el período libre de heladas con probabilidad de riesgo del 20%, son las estaciones de Totalco y Zalayeta las que tienen un período más corto (52 y 64 días respectivamente); y las estaciones con un mayor período son en este caso, Atzalan y Orizaba (con más de 250 días), ver Tabla 3.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Al realizar el análisis probabilístico de las 13 estaciones consideradas, se puede concluir, que a mayor altitud se presenta un mayor número de heladas. Sin embargo, en lo que respecta al período libre de heladas promedio y con probabilidad al 20%, se observa que las estaciones que están situadas en el Valle de Perote (Totalco, Zalayeta y Perote), presentan períodos más cortos, a pesar de encontrarse a menor altitud que otras, tales como: Las Vigas, Los Pescados, Tembladeras y Orilla del Monte. Esto puede ser debido a que reportan un mayor número de noches despejadas, frías y sin viento en la región. Estos resultados deben ser tomados en cuenta para programar la siembra de los cultivos en las zonas altas del estado de Veracruz, así como considerar algunos consejos prácticos, citados por Bagdonas et al. (1978) y Pereyra, et al. (1990); como son: conservar el suelo desnudo y compacto, eliminar las hierbas con anticipación, evitar las labores recientes, adelantándolas

convenientemente y si es posible pasar un apisonada.

REFERENCIAS

Bagdonas, A., George, J.C. and Gerber, J.F., 1978 : Techniques of frost prediction and methods of frost and cold protection. Reporte N° 157, World Meteorological Organization, Switzerland.

Donn, W.L., 1978 : Meteorología, Reverté. Barcelona, pp. 100-105.

García C.O. y Váidez, M.A., 1986 : Cálculo de probabilidad de heladas en el Valle de Mexicali, B.C., Inf. Téc. del Instituto de Ingeniería, U.A.B.C., 116 p. México.

Pereyra, D.D., Palma, G.B. y Zitácuaro, C.I., 1992 : Correlation between northers of Gulf of Mexico and frost at Las Vigas, Veracruz, México. ATMOSFERA, 5:109-118.

Pereyra, D.D. y Zitácuaro, C.I., 1988 : Probabilidad de heladas en los campos agrícolas del noreste del Cofre de Perote, Mem. III Congreso Mex. e Interamer. de Meteorología, pp.84-88, México D.F.

Pereyra, D.D., Zitácuaro, C.I. y Palma, G.B., 1990 : Heladas en el Cofre de Perote. Técnicas de protección, Univ. Ver., 45 p.

Sánchez, R.B., Pereyra, D.D. y Palma, G.B., 1992 : Las heladas tempraneras de la región de las Vigas, Veracruz: Asociadas con los nortes. Quinta Reunión Científica del Sector Agropecuario y Forestal del Estado de Veracruz, pp. 72-80.

Torres, R.E., 1983 : Agrometeorología. Ed. Diana, México, 150 p.

Fig. 1a Relación entre la altitud y el número de heladas promedio anual

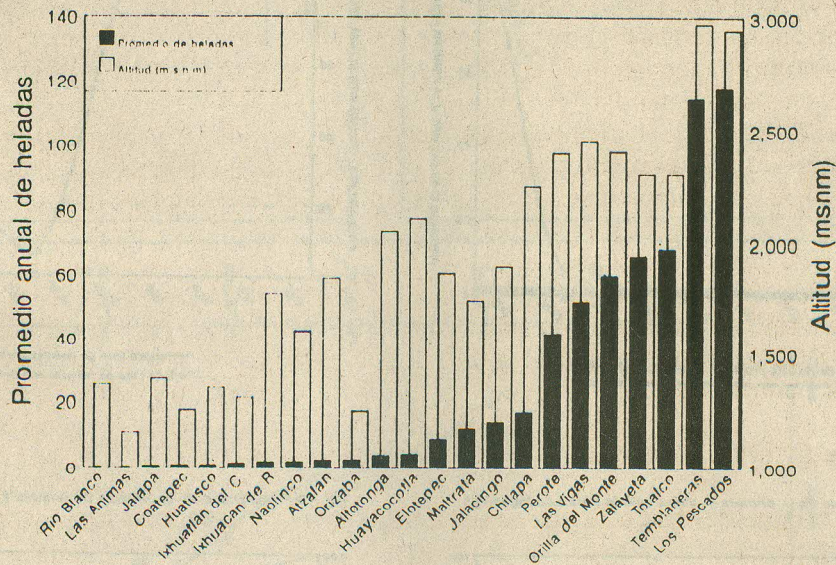


Fig. 1b Correlación entre altitud y heladas
 $y = \exp((0.001601723) * x)$ $R = 0.92$

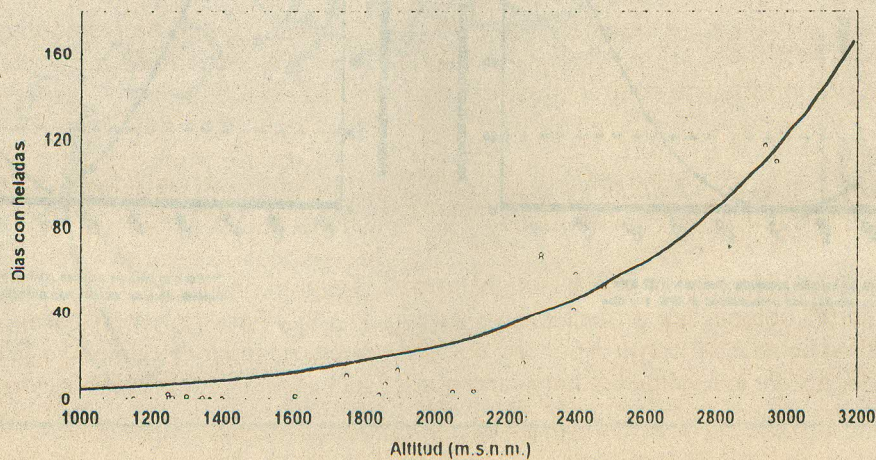


Fig. 5 Probabilidad de ocurrencia de primera y última helada para Altotonga, Ver.

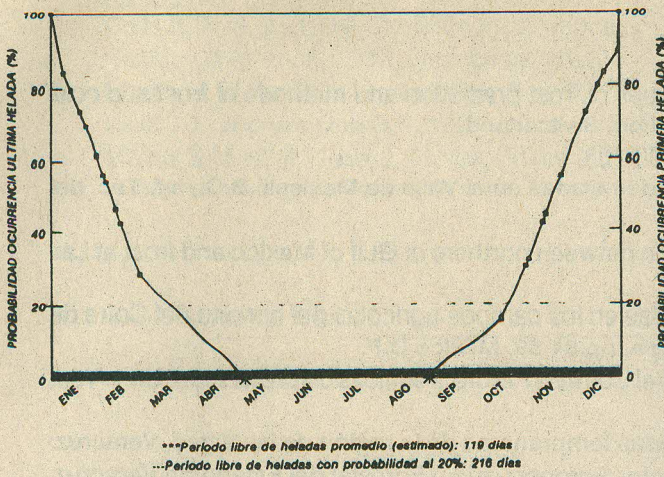


Fig. 6 Probabilidad de ocurrencia de primera y última helada para Tembladeras, Ver.

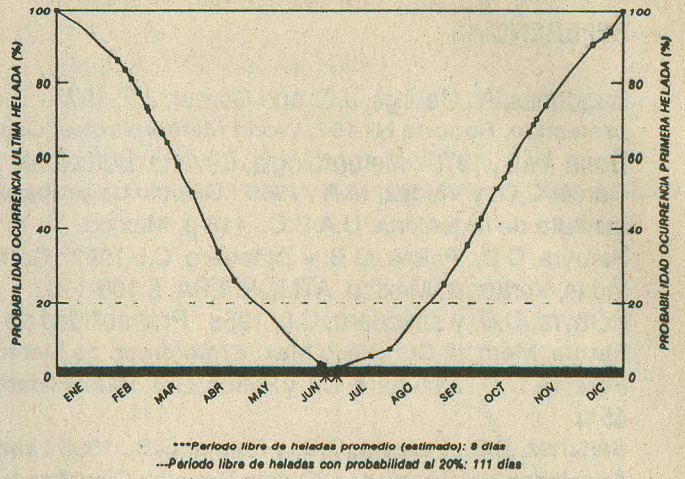


Fig. 7 Probabilidad de ocurrencia de primera y última helada para Atzacan, Ver.

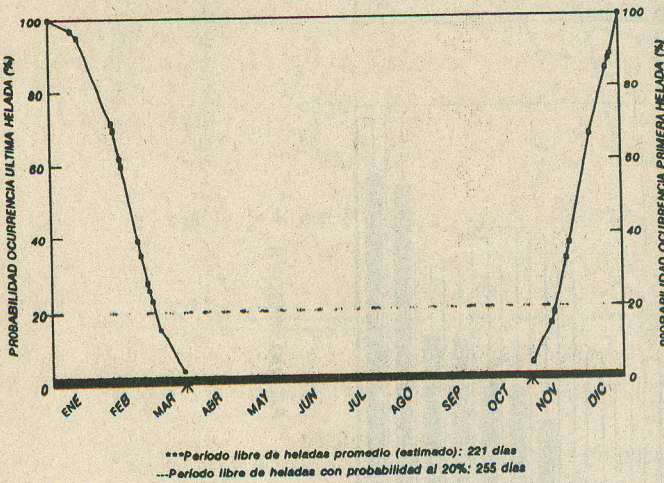


Fig. 8 Probabilidad de ocurrencia de primera y última helada para Tototeco, Ver.

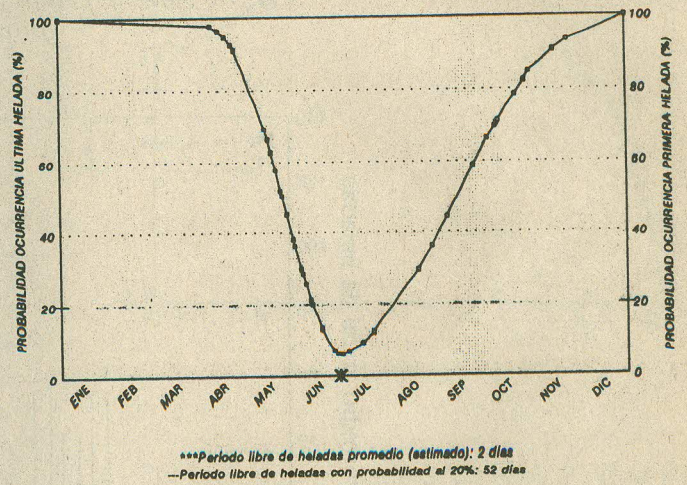


Fig. 9 Probabilidad de ocurrencia de la primera y última helada para Las Vigas, Ver.

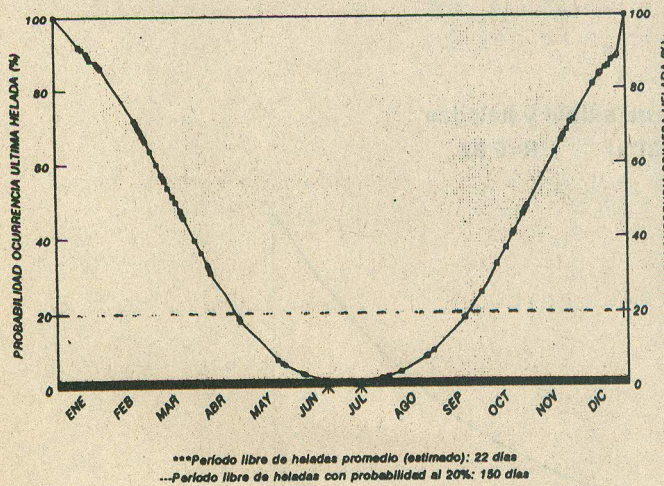
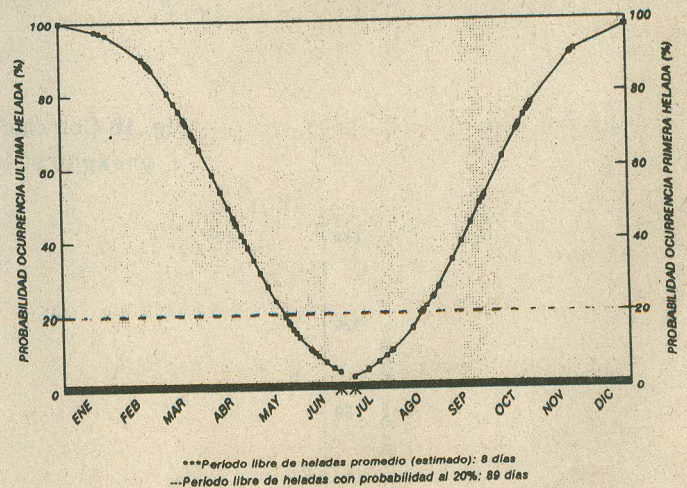


Fig. 10 Probabilidad de ocurrencia de primera y última helada para Los Pescados, Ver.



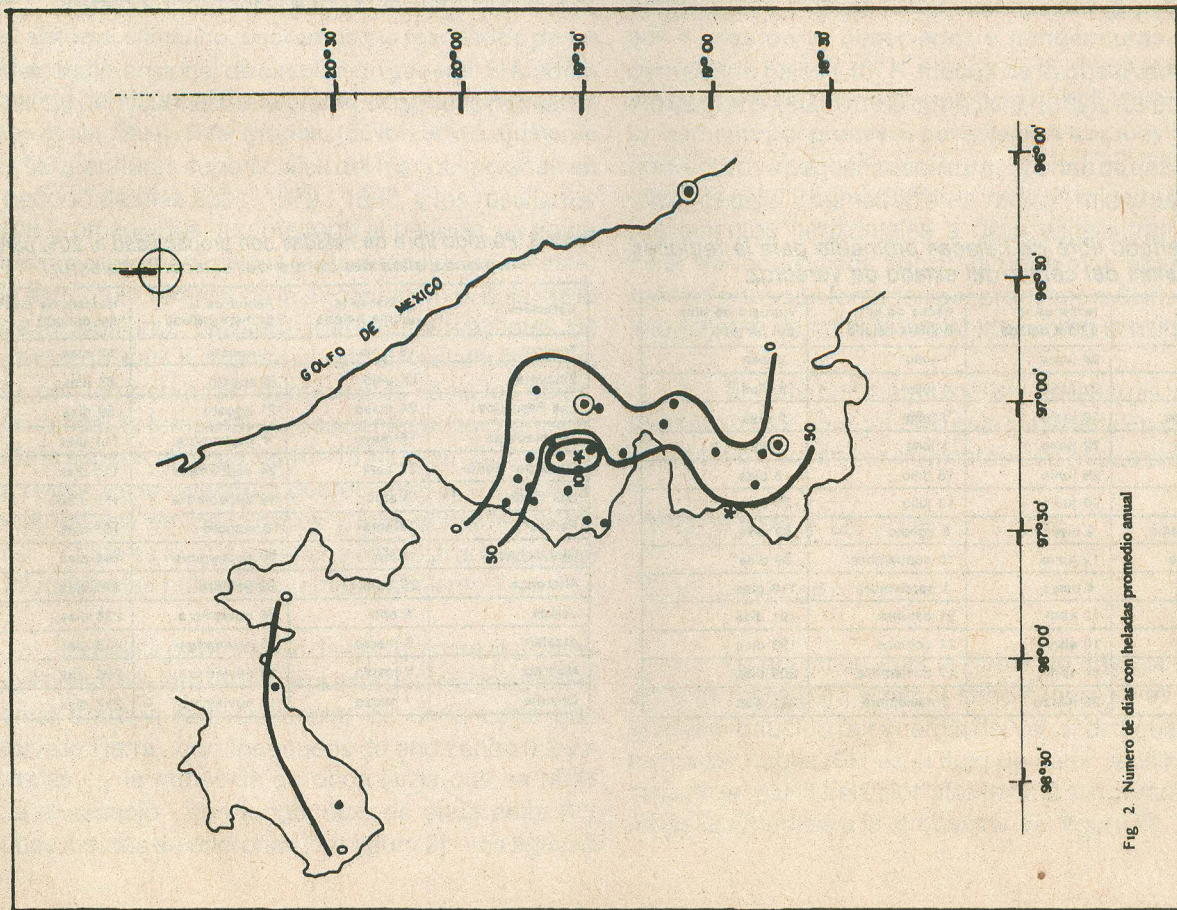


Fig. 2. Número de días con heladas promedio anual

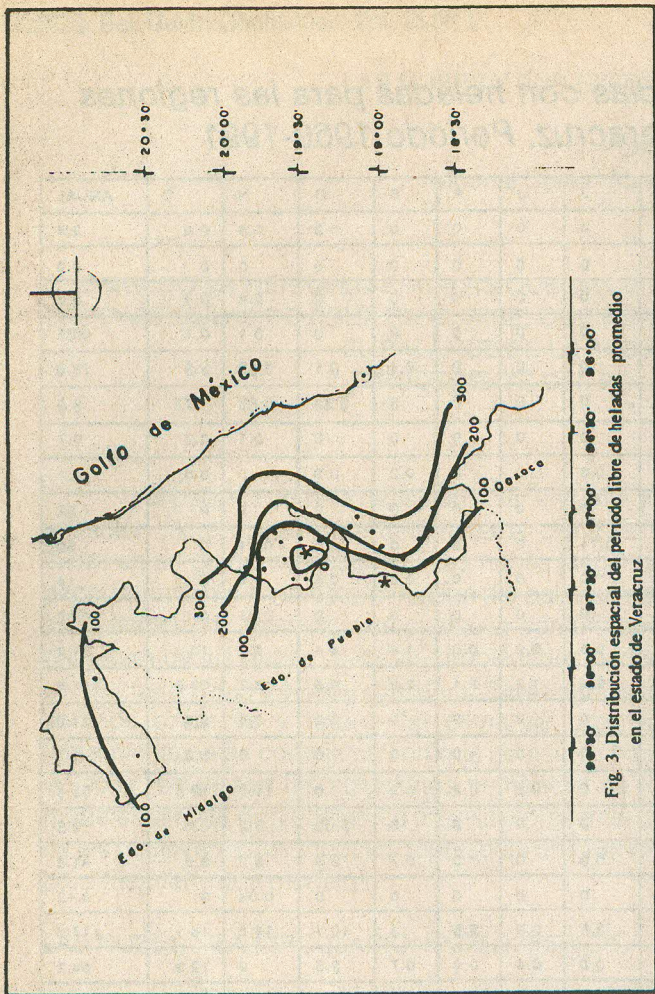


Fig. 3. Distribución espacial del periodo libre de heladas promedio en el estado de Veracruz

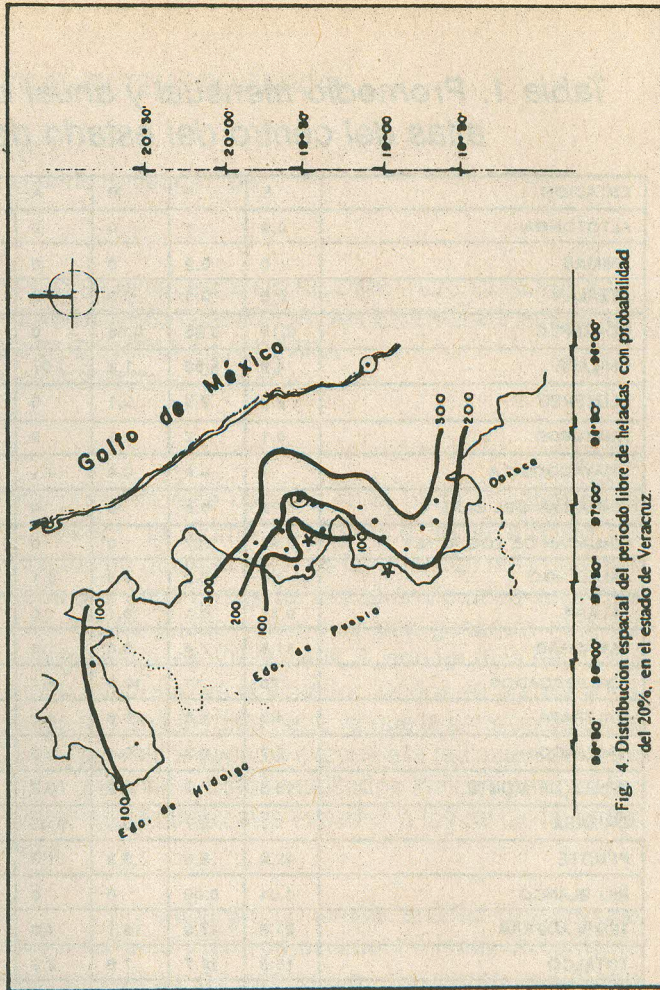


Fig. 4. Distribución espacial del periodo libre de heladas, con probabilidad del 20%, en el estado de Veracruz.

Tabla 1. Promedio mensual y anual de días con heladas para las regiones altas del centro del estado de Veracruz. Período 1960-1991

ESTACION	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANUAL
ALTOTONGA	0.9	1	0	0	0	0	0	0	0	0.2	0.8	0.9	3.8
ANIMAS	0	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2
ATZALAN	0.5	0.8	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0.4	0.3	2.3
COATEPEC	0.18	0.25	0.05	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.1	0.65
CHILAPA	4.9	5.36	1.2	1.07	0	0	0	0	0.1	0.1	0.88	3.3	16.9
ELOTEPEC	2.2	2.5	0.1	0	0.22	0	0	0	0	0.39	0.88	1.77	8.0
HUATUSCO	0.1	0.2	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.2	0.7
HUAYACOCOTLA	1	0.8	0.4	0.1	0.1	0.3	0	0	0.2	0.6	0	0.6	4.1
IXHUATLAN DEL CAFE	0.72	0.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.32
IXHUACAN DE LOS REYES	0.45	1.27	0	0	0	0.11	0	0	0	0	0.11	0	1.69
JALACINGO	4.6	2.9	1.6	0.1	0.1	0	0	0	0.3	0.4	0.9	3.1	14
JALAPA	0.17	0.1	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0.05	0.1	0.52
LAS VIGAS	11.8	7.4	3.8	1.3	1	0.8	0.2	0.6	1.4	4.4	9.2	10	51.9
LOS PESCADOS	26	11	12.6	5.1	2.7	2.9	1.2	2.1	2.2	9.6	18.7	23.5	117.6
MALTRATA	4.3	1.8	0.6	0.1	0	0	0	0	0	0.2	1.8	2.8	11.6
NAOLINCO	0.7	0.3	0.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	1.7
ORILLA DE MONTE	16.5	7.7	3.2	0.8	0	0	0.5	0.2	0.2	6	11.8	12.6	59.5
ORIZABA	1	0.7	0.1	0.05	0	0	0	0	0	0.05	0.2	0.4	2.5
PEROTE	12.2	5.6	3.3	1.3	0.4	0.8	0	0	0.7	3.5	5.2	8.5	41.5
RIO BLANCO	0.04	0.09	0	0	0	0	0	0	0	0	0.04	0	0.17
TEMLADERAS	21.8	17.9	15.1	4.3	2.3	3.5	0.9	2.8	3	10.1	14.8	16.1	114.6
TOTALCO	15.8	13.7	7.6	2.8	2.2	0.9	0.4	0.4	0.7	2.5	9	12.2	68.2
ZALAYETA	13.5	12.1	7.5	3.1	1.9	0.87	0.2	0.7	0.8	3.6	10.8	11.2	66.2

Tabla 2. Período libre de heladas promedio para las regiones altas del centro del estado de Veracruz.

Estación	fecha de la última helada	Fecha de la primera helada	Número de días del período
Totalco	28 junio	1 julio	2 días
Perote	27 junio	1 julio	3 días
Los Pescados	28 junio	7 julio	8 días
Tembladeras	22 junio	1 julio	8 días
Zalayeta	28 junio	16 julio	18 días
Las Vigas	23 junio	16 julio	23 días
Orilla del Monte	8 mayo	6 agosto	89 días
Huayacocotla	12 junio	10 septiembre	89 días
Altotonga	4 mayo	1 septiembre	119 días
Orizaba	12 abril	21 octubre	191 días
Maltrata	10 abril	21 octubre	193 días
Jalapa	21 abril	17 noviembre	209 días
Atzalan	26 marzo	3 noviembre	221 días

Tabla 3. Período libre de heladas con probabilidad al 20% para las regiones altas del centro del estado de Veracruz.

Estación	fecha de la última helada	Fecha de la primera helada	Número de días del período
Totalco	13 junio	4 agosto	52 días
Zalayeta	13 junio	16 agosto	64 días
Los Pescados	24 mayo	21 agosto	89 días
Tembladeras	16 mayo	4 septiembre	111 días
Orilla del Monte	27 abril	24 septiembre	131 días
Las Vigas	9 abril	19 septiembre	150 días
Perote	30 abril	8 octubre	161 días
Huayacocotla	9 abril	20 septiembre	164 días
Altotonga	20 abril	22 octubre	216 días
Jalapa	4 abril	28 noviembre	238 días
Atzalan	7 marzo	15 noviembre	253 días
Maltrata	9 marzo	19 noviembre	255 días
Orizaba	7 marzo	19 noviembre	257 días