

# CONTRASTES BIOCLIMÁTICOS ENTRE EL MAR Y LA MONTAÑA EN LA ZONA CENTRAL DEL ESTADO DE VERACRUZ (MÉXICO)

Ernesto JÁUREGUI OSTOS

*Centro de Ciencias de la Atmósfera, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)*

## RESUMEN

Se evalúa el bioclima en tres puntos de la vertiente veracruzana de la Sierra Madre Oriental que ve hacia el Golfo de México. Se aplican tres enfoques bioclimáticos cuyos resultados son semejantes.

**Palabras clave.** Bioclima, clima montaña / costa, trópico, México.

## ABSTRACT

*Using three different approaches, bioclimatic conditions are evaluated in three points located one on the coast line the other two on the long slope of the Sierra Madre overlooking the Gulf of México. The three methods give similar results.*

**Key words:** *Bioclimatic conditions, Slope / coast line climate, tropic, México.*

## 1. INTRODUCCIÓN

Desde principios de la colonia el puerto de Veracruz, situado en la costa surponiente del Golfo de México a 19° de latitud norte (Fig. 1), se constituyó como el punto de llegada del tráfico marítimo y mercantil entre la Nueva España y el reino español.

El hecho de que todos los efectos traídos de la península ibérica debían concentrarse en la capital de la Nueva España dio lugar a la construcción de dos rutas en la porción central de la provincia de Veracruz y la creación de tres núcleos urbanos uno de los cuales fue Xalapa a 1.390 m y ya sobre el borde oriental del altiplano el pueblo de Perote (2.394 m) (Fig. 1). Los colonos recién llegados de la península ibérica salían de los arenales de Veracruz hacia Jalapa y Perote para alcanzar el altiplano ya fuera por Puebla ó por Tlaxcala para llegar finalmente a la ciudad capital del país.

En el presente trabajo se hace una valuación bioclimática de tres ciudades ubicadas en la escalera altitudinal ubicada en la porción central del Estado de Veracruz (latitud 19°N) entre la costa y el borde oriental del altiplano mexicano.



Fig. 1. Localización de las ciudades de Jalapa, Veracruz y Perote

## 2. LOS DATOS

Se han utilizado datos de las normales climatológicas de la red automática en medio magnético (2000-2003) así como los publicados por el Servicio Meteorológico Nacional para el periodo 1960-1990.

## 3. EL CLIMA REGIONAL

El clima en el área de estudio varía de cálido húmedo en la planicie costera (Aw) a templado húmedo en Jalapa con lluvias todo el año y a seco templado (BS) en Perote situado en el borde oriental del altiplano. Los sistemas atmosféricos a escala regional que afectan el área de estudio son:

- a) Las masas de aire polar que descienden en latitud desde Norteamérica en la estación fresca (noviembre a abril) asociadas a un aumento de nubosidad y precipitación así como con vientos del Norte que pueden ser violentos en la costa. Con la llegada del viento Norte se abate la temperatura (ligeramente en la planicie costera y marcadamente a medida que se asciende en la montaña) aumentando la humedad ambiente (Fig. 2).
- b) Durante los meses del verano el clima está regido por la corriente húmeda y cálida de los vientos alisios del Atlántico Tropical que en ocasiones acarrear tormentas tropicales aunque rara vez se ve afectada la región por un ciclón.

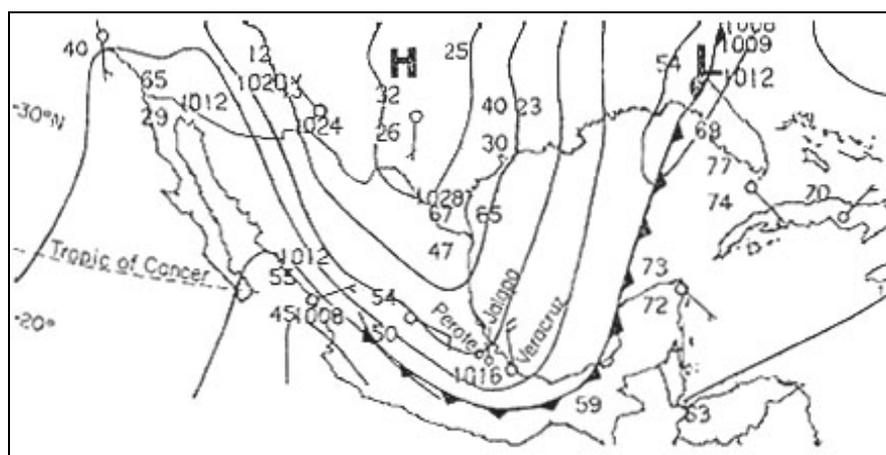


Fig. 2. Paso de un frente frío sobre México (9 de abril de 2003, 0900Z)

## 4. LA TEMPERATURA

### 4.1. La temperatura máxima

Las temperaturas máximas en la estación lluviosa (junio-octubre) (Fig. 3c), alcanzan los 30°C en la costa veracruzana descendiendo en Jalapa a unos 25°C y a 20°C en la cima del escarpe montañoso en Perote. En estos dos últimos lugares los máximos calores se observan de marzo a mayo antes de la llegada de las lluvias (Fig. 3a). Mientras que en la costa las máximas temperaturas ocurren en el verano.

Las precipitaciones son más abundantes en la región costera (Veracruz) decreciendo con la altitud hasta alcanzar un mínimo en Perote que se ubica en la sombra pluviométrica de las montañas Pico de Orizaba (5.000 m) y el cerro llamado El Cofre, y recibe 447 mm/año (Fig. 3c). Mientras que en la región costera y a media montaña la humedad relativa es elevada (entre 70 a 80%) (Fig. 3d) el ambiente se torna bastante seco en la cima del escarpe en Perote donde la humedad relativa media es de un 60% y aunque este hecho no se refleja en una mayor amplitud térmica ahí (Figs. 3a y 3b).

### 4.2. La temperatura mínima

El descenso de la temperatura mínima con la altitud se aprecia en la figura 3b. Mientras que las temperaturas mínimas veraniegas son del orden de 26°C en la costa, éstas descienden a 15°C en Jalapa y a menos de 10°C en Perote.

## 5. LA HUMEDAD

Por su proximidad al mar la humedad ambiente es elevada durante todo el año en el puerto de Veracruz, ésta se mantiene elevada aún a más de 100 km de distancia de la costa en Jalapa. Esto quizá debido a la advección de aire húmedo de los alisios que prevalecen en el verano en la región así como a las tormentas invernales de carácter frontal de latitudes templadas. Como contraste el aire a sotavento de las montañas en Perote es relativamente más seco (Fig. 3d).

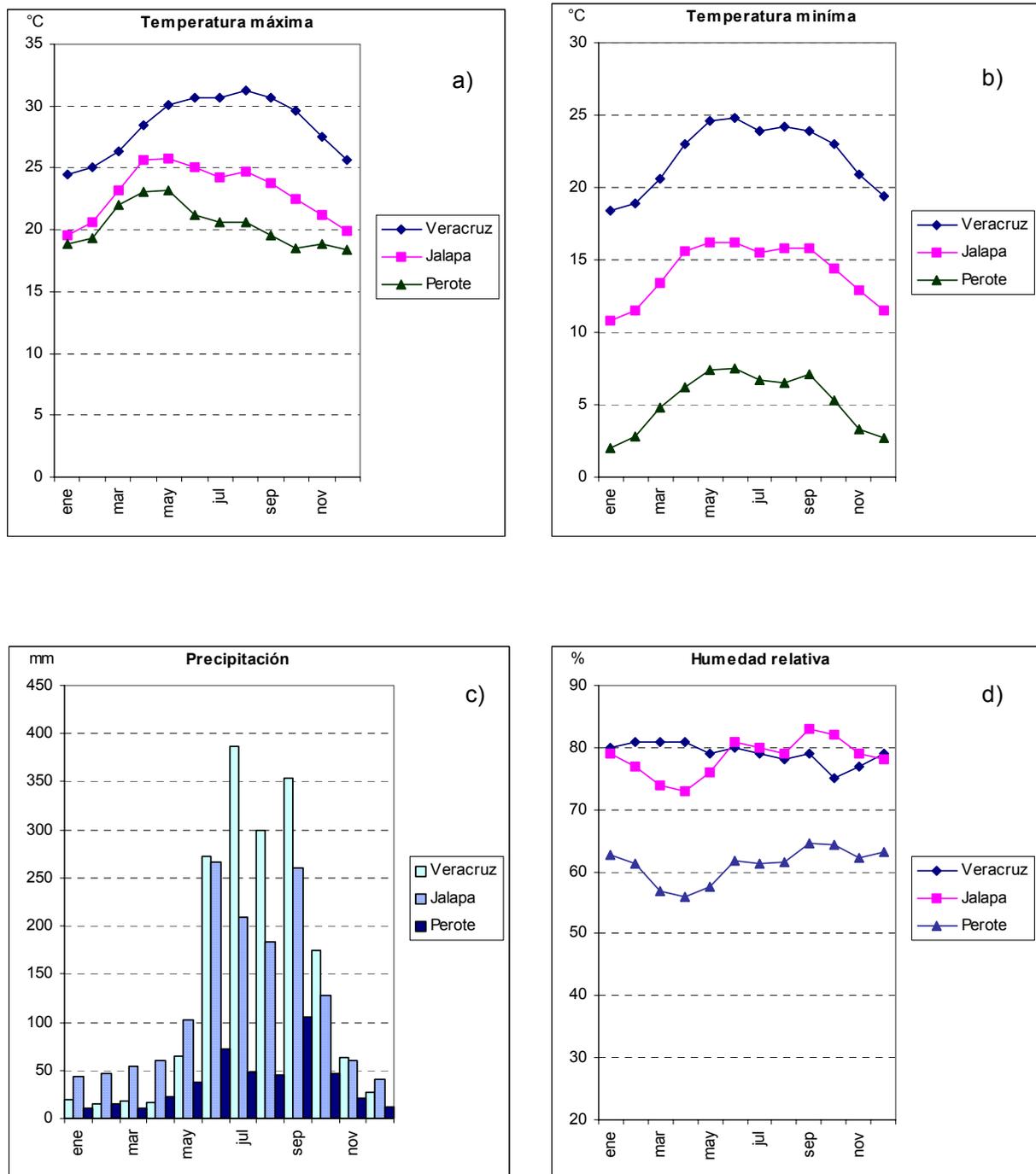


Fig. 3. Climogramas

## 6. MÉTODO DE EVALUACIÓN BIOCLIMÁTICA

Con objeto de estimar el estrés climático a lo largo del escarpe desde la costa en Veracruz hasta el filo del altiplano en Perote se presentan climogramas que ilustran el impacto que sobre el ser humano tiene el ambiente atmosférico. Los enfoques son los siguientes:

- a) La aproximación propuesta por MISSENARD (1937) que involucra además de la temperatura el efecto de la humedad relativa ó temperatura resultante (TR).
- b) La temperatura aparente (TA) propuesta por STEADMAN (1979) y modificada por la ASHRAE (Sociedad Americana de Ingenieros en Calefacción y Aire acondicionado).
- c) El confort térmico definido por el equilibrio térmico propuesto por FANGER (1970) (conocido como índice PMV o índice de valor medio) y que se relaciona con una escala de sensaciones térmicas propuesta por este autor que va de -3 a +3 unidades.

Para dicha evaluación se requiere conocer otras variables (además de la temperatura y la humedad) que influyen en el confort como son el nivel de actividad, la resistencia térmica de la ropa, la temperatura media radiante, intensidad del viento y la presión del vapor de agua.

El PMV se estimó para Veracruz y Jalapa donde existe la información requerida para cada dos horas a lo largo del día y a través del año. Para dicha estimación se consideró el caso de una persona sentada (120 W) bajo un cielo despejado con los siguientes rasgos personales:

Estatura: 1,65 m	Sexo: masculino
Peso: 70 kg	Edad: 35 años

El cálculo se hizo para el día 15 de cada mes. En cuanto al vestido se consideraron los valores siguientes de **clo** según correspondían a la temperatura ambiente:

°C	clo
< 15°C	1,0
15 a 20 °C	0,8 a 0,9
20 a 23 °C	0,7
23 a 27 °C	0,6
27 a 35 °C	0,5

Los datos disponibles en Perote solo permitieron la estimación de la temperatura efectiva o resultante y de la temperatura aparente (ASHRAE).

## 7. RESULTADOS

En las figuras 4, 5 y 6 aparecen según tres métodos de evaluación, los climogramas de los tres sitios representativos de los cambios de clima que se observan en el escarpe veracruzano de la sierra Madre Oriental que ve hacia el golfo de México. Con variantes, la aplicación de los tres enfoques da resultados semejantes (Figs. 4, 5 y 6). Para Veracruz en la costa durante los días y las noches del invierno se tienen condiciones de ambiente neutro o ligeramente tibio confortable. En cambio los días del verano resultan entre calurosos y bochornosos.

El bioclima se atempera con la altitud en Jalapa donde los días en invierno son frescos o fríos además de húmedos siendo el verano entre neutro o fresco (Fig. 5). Finalmente, en la parte alta del

escarpe o pendiente, el bioclima en Perote es predominantemente frío y seco, excepto durante las horas del mediodía en la primavera y verano cuando el ambiente es entre neutro y fresco confortable.

## 8. DISCUSIÓN

Ubicada en los trópicos, el clima del área de estudio se encuentra tanto bajo la influencia de un clima monzónico en el verano como de las invasiones de aire polar en el invierno.

En el presente trabajo se hace una valuación bioclimática utilizando tres enfoques para ilustrar la influencia altitudinal en el clima/bioclima de la ladera oriental veracruzana de la Sierra Madre Oriental en México en donde en una distancia de 120 km la orografía cambia de unos cuantos metros sobre el nivel del mar a algo más de 2.000 m en el filo del altiplano mexicano. Correspondiendo a estos cambios bruscos altitudinales, se describen los contrastes en el bioclima que se observan a medida que se asciende. En la costa y planicie adyacente prevalecen los ambientes de tibio a caluroso en el verano y condiciones de neutralidad en el invierno. En un punto intermedio (en Jalapa) se reduce el agobio por calor aumentando las noches frías. En días calurosos del verano, la brisa marina que barre la planicie costera y pie del monte hasta Jalapa, mitiga en cierta medida el calor de la tarde.

Finalmente en la cima del escarpe o ladera montañosa el ambiente bioclimático es marcadamente frío y seco. Con algunas variantes la aplicación de tres índices bioclimáticos da resultados semejantes.

**VERACRUZ**

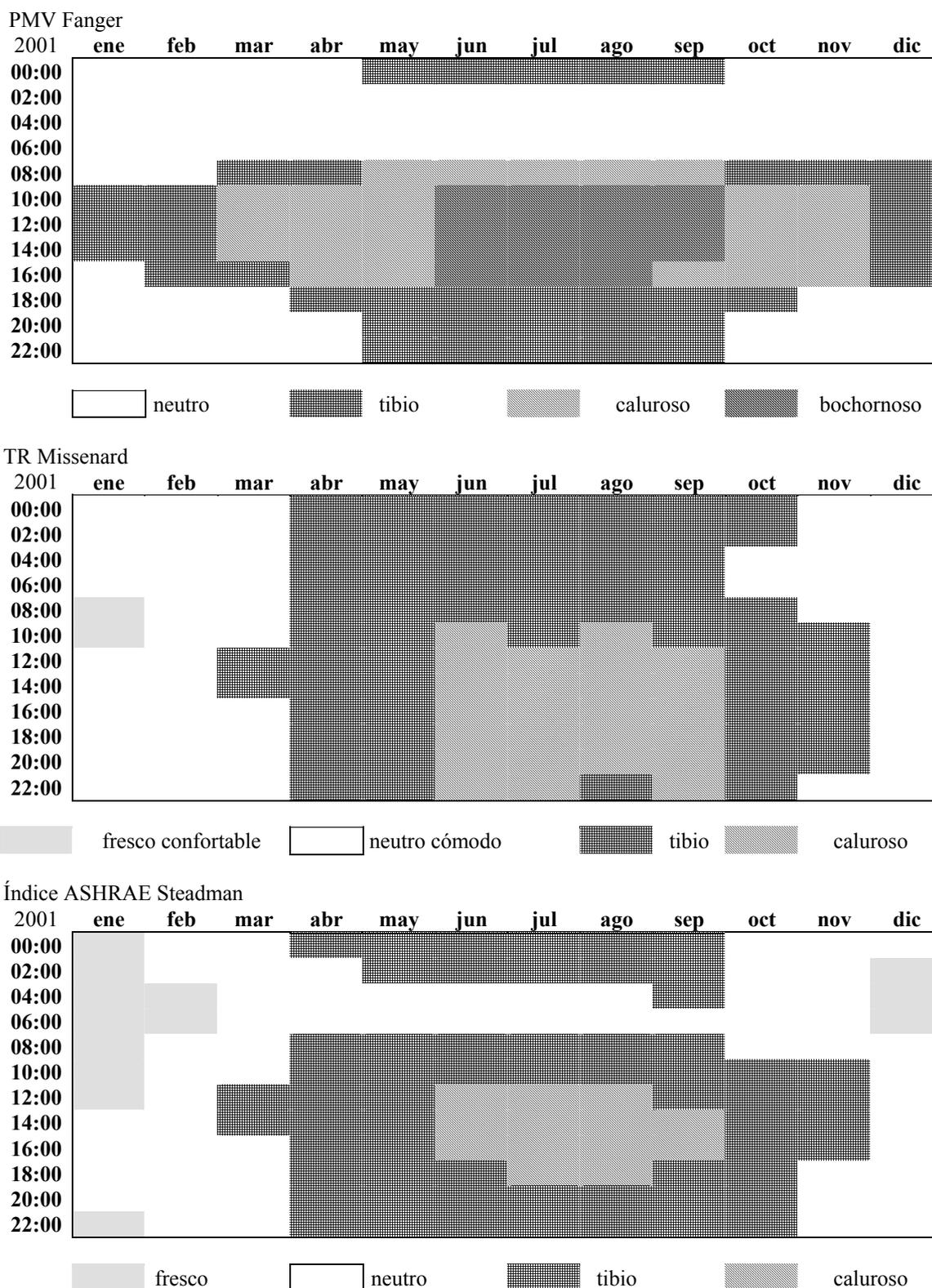


Fig. 4. Índices bioclimáticos para Veracruz

**JALAPA**

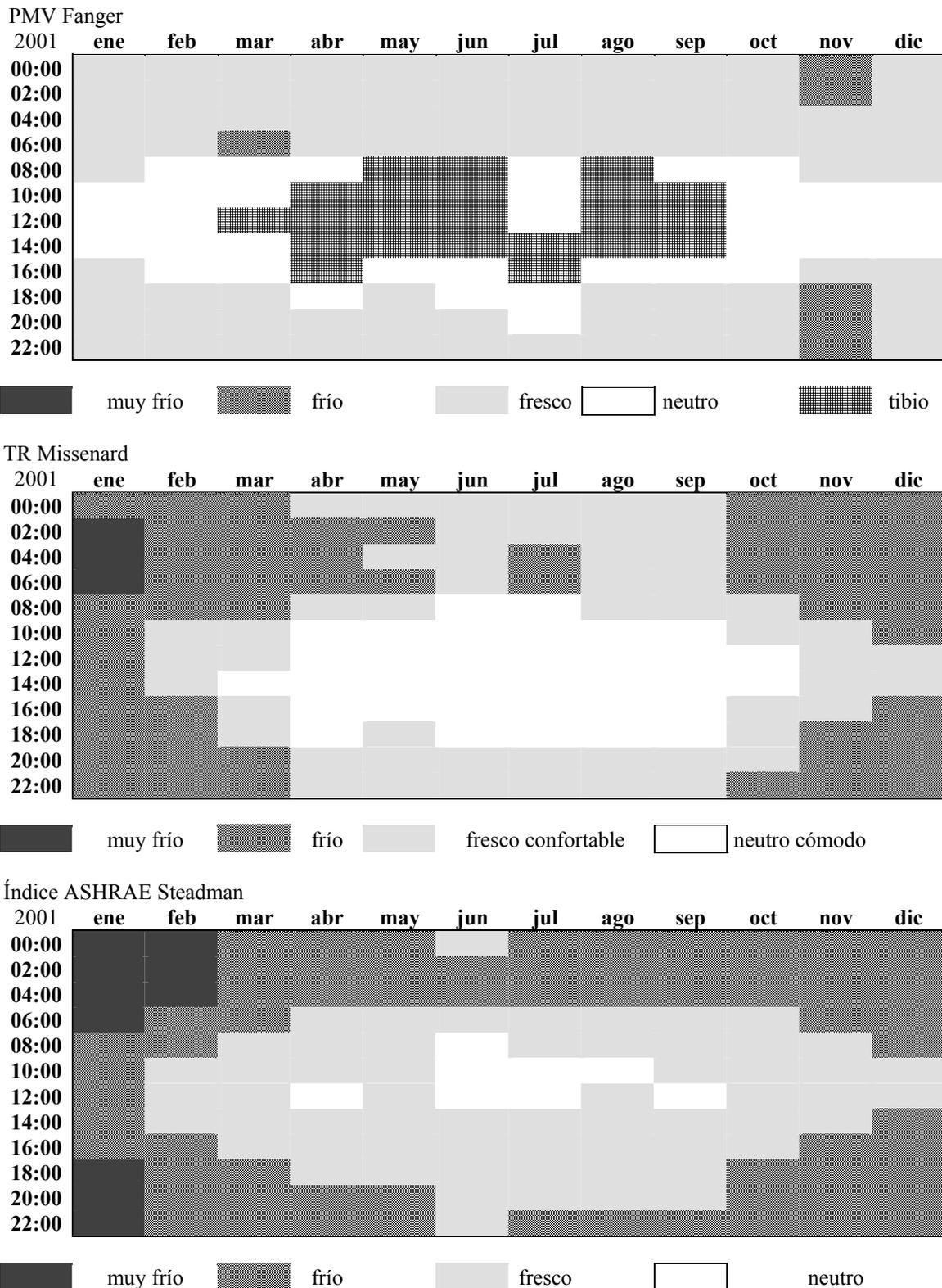
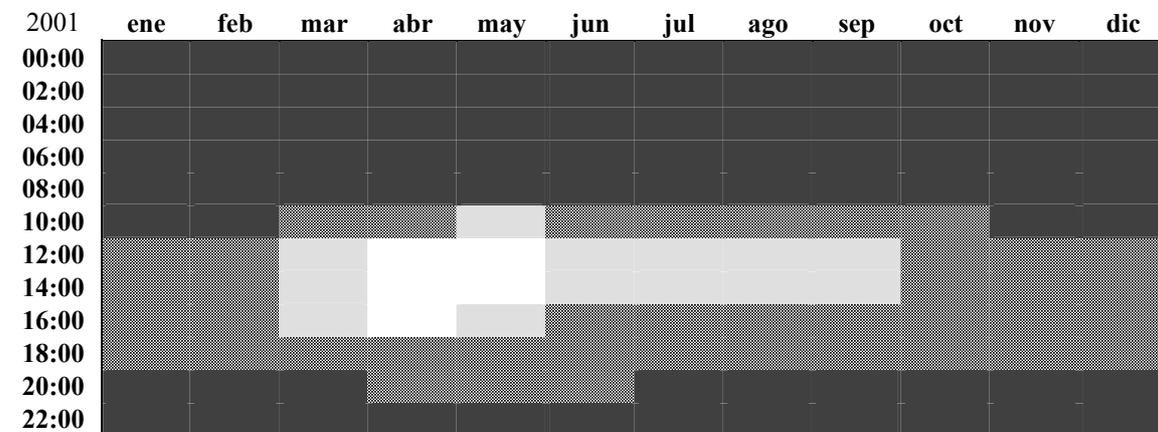


Fig. 5. Índices bioclimáticos para Jalapa

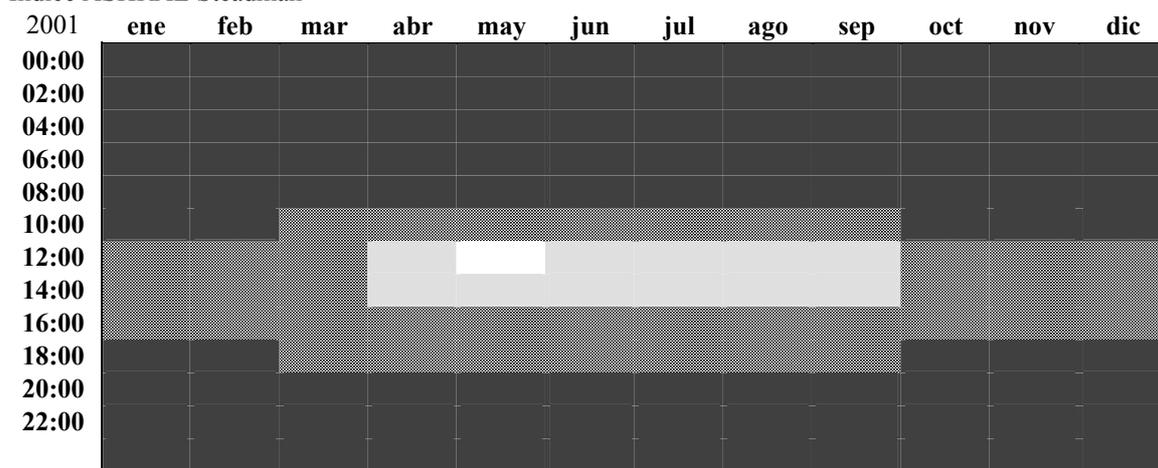
**PEROTE**

TR Missenard



muy frío   
  frío   
  fresco comfortable   
  neutro cómodo

Índice ASHRAE Steadman



muy frío   
  frío   
  fresco   
  neutro

Fig. 6. Índices bioclimáticos para Perote

**9. AGRADECIMIENTOS**

El autor agradece a sus colaboradores Elda Luyando y Mario Casasola por su apoyo en la depuración de los datos y cálculo de los índices bioclimáticos, así como al Mtro. Alfonso Estrada quien realizó los dibujos.

**10. REFERENCIAS**

FANGER, P. O. (1970). *Thermal comfort*. Danish Technical Press, Copenhagen.

- MISSENARD, A. (1937). *L'homme et le climat*. L. Eyrolles, Paris.
- STEADMAN, R. (1979). "The assessment of sultriness. A temperature humidity index based on human physiology and clothing science". *J. of Meteorol.*, 18, 7, pp. 861-873.