

## ESTUDIO DEL BIOCLIMA HUMANO EN DIECISÉIS LOCALIDADES DEL ESTADO DE TABASCO MEDIANTE EL ÍNDICE DE CONFORT TEMPERATURA EFECTIVA

Human bioclimate study in sixteen localities of Tabasco state through effective temperature comfort index

Q Angulo-Córdova ✉, A Muñoz-Orozco, VL Barradas-Miranda  
(QAC) Universidad Juárez Autónoma de Tabasco  
División Académica de Ciencias Básicas  
km. 1 carretera Cunduacán-Jalpa  
Cunduacán 86690, Tabasco México  
quintiliano.angulo@basicas.ujat.mx  
(AMO) IREGEP. Colegio de Postgraduados. México  
(VLBM) Instituto de Ecología. UNAM, México

**Artículo recibido:** 12 de mayo de 2004

**Artículo aceptado:** 9 de diciembre de 2004

**RESUMEN:** En este trabajo se presentan las evaluaciones bioclimáticas de dieciséis ciudades del estado de Tabasco en México, donde se aplicó el índice empírico de confort bioclimático denominado temperatura efectiva. Las necesidades de acondicionamiento de aire se calcularon a partir de estimaciones del intervalo de confort y de datos bihorarios promedios mensuales de temperatura y humedad relativa. La ciudad de Villahermosa presentó el máximo desconfort, mientras que las ciudades de Jalapa y Frontera presentaron el menor desconfort. De manera similar, Villahermosa fue la urbe con necesidad de enfriamiento más alta y Frontera la de menor necesidad de enfriamiento.

**Palabras clave:** índice de confort, temperatura efectiva, ciudades tropicales, Tabasco.

**ABSTRACT:** In this work shows the bioclimatic evaluations comfort for sixteen cities of Tabasco state in Mexico, the bioclimatic comfort, called effective temperature is been applied. Air conditioning needs for each locality were calculated from the comfort interval estimation and bihourly means monthly data of temperature and relative humidity. Villahermosa was the city with the highest discomfort and Jalapa and Frontera cities registered the lowest discomfort. Also similarly, Villahermosa was the city with the most cooling needs whereas Frontera was the city with the lowest cooling needs.

**Key words:** comfort index, temperature effective, tropical cities, Tabasco.

### INTRODUCCIÓN

El confort humano en grandes ciudades ha sido desde hace tiempo una preocupación constante de climatólogos y planificadores urbanos, en los años recientes, las áreas urbanas localizadas en zonas de clima tropi-

cal, han merecido especial atención debido a la naturaleza de sus condiciones climáticas y de incremento poblacional registradas (Oke 1984).

En la actualidad, como producto de la actividad del hombre se está generando un cambio climático global, las

estimaciones a medio siglo, pronostican un aumento de temperatura de unos 2°C (Schönwiese 1996), por lo que, la población humana está confrontando nuevos ambientes intramuros y extramuros, que pueden afectar la salud y consecuentemente las actividades productivas, así como, la calidad de vida de los habitantes.

Para estimar el grado de comodidad / incomodidad ambiental a lo largo de ciclos diarios y anuales se utiliza una amplia gama de índices de confort, los cuales se identifican con los dos enfoques siguientes según Morgan & Baskett (1974): enfoque analítico, basado en el balance energético humano, y enfoque sintético o empírico, basado en combinaciones de diversas variables meteorológicas.

Al estudiar las condiciones bioclimáticas de la ciudad de México, Jáuregui *et al.* (1997) obtuvieron resultados similares en la aplicación de dos índices empíricos (temperatura efectiva y termopreferéndum) y un índice analítico (predicted mean vote PMV), lo que sustenta que en el presente trabajo se utilice el índice de confort higrotérmico temperatura efectiva TE. Este índice está clasificado dentro de los empíricos, es dependiente de la temperatura y humedad relativa, y fue propuesto por Missenard en 1937 (Hentschel 1986). El índice de confort TE se define como la sensación que se experimenta a una temperatura y humedad dadas, con aire saturado y en calma; válido para un sujeto joven, sano, aclimatado al sitio, con vestimenta ligera y sometido a una actividad ligera, (Sánchez de Carmona 1984).

En las últimas dos décadas, el estado de Tabasco ha aumentado 78% su población total, sobretudo en los municipios de: Centro, Cárdenas, Comalcalco, Huimanguillo, Nacajuca y Jalpa de Méndez (Anónimo 2001).

El presente trabajo tuvo como objetivo, estudiar los valores del índice de confort TE en 16 ciudades del estado de Tabasco, bajo la hipótesis de que los valores del índice varían entre estas ciudades, lo que genera niveles de desconfort para el hombre.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

El estado de Tabasco se localiza en el sureste de la República Mexicana y forma parte del trópico húmedo del país, limita al norte con el Golfo de México y el estado de Campeche, al sur con el estado de Chiapas, al este con el estado de Campeche y al oeste con el estado de Veracruz. Es uno de los estados de la República Mexicana con más agua (García, 2000) y su división política la constituyen 17 municipios, de los cuales solamente se incluyeron en el estudio 16 e igual número de estaciones climatológicas (Tabla 1).

### Evaluación del bioclima humano

La evaluación se realizó mediante la aplicación de la ecuación (1).

Tabla 1. Ubicación de las estaciones climatológicas utilizadas (msnm = metros sobre el nivel del mar).  
Table 1. Location of the climatological used stations (masl = meters above sea level).

Municipio de la Estación	Latitud N	Longitud W	Elevación msnm *	Período con información
01 Balancán de Domínguez	17.8°	92.5°	18	1958-2000
02 Cárdenas	18.0°	93.4°	21	1961-2000
03 Comalcalco	18.3°	93.2°	10	1965-2000
04 Cunduacán	18.1°	93.2°	10	1964-2000
05 Frontera (A. Obregón)	18.5°	92.7°	1	1961-2000
06 Huimanguillo	17.8°	93.4°	20	1961-2000
07 Jalpa de Méndez	18.2°	93.1°	10	1958-2000
08 Jalapa	17.8°	92.8°	20	1973-2000
09 Jonuta	18.1°	92.2°	14	1961-2000
10 Macuspana	17.8°	92.6°	60	1961-2000
11 Nacajuca	17.4°	93.0°	10	1979-2000
12 Paraiso	18.4°	93.2°	6	1961-2000
13 Teapa	17.6°	93.0°	44	1961-2000
14 Tacotalpa	17.6°	92.8°	60	1961-2000
15 Tenosique	17.5°	91.5°	60	1961-2000
16 Villahermosa	18.0°	93.0°	10	1961-2000

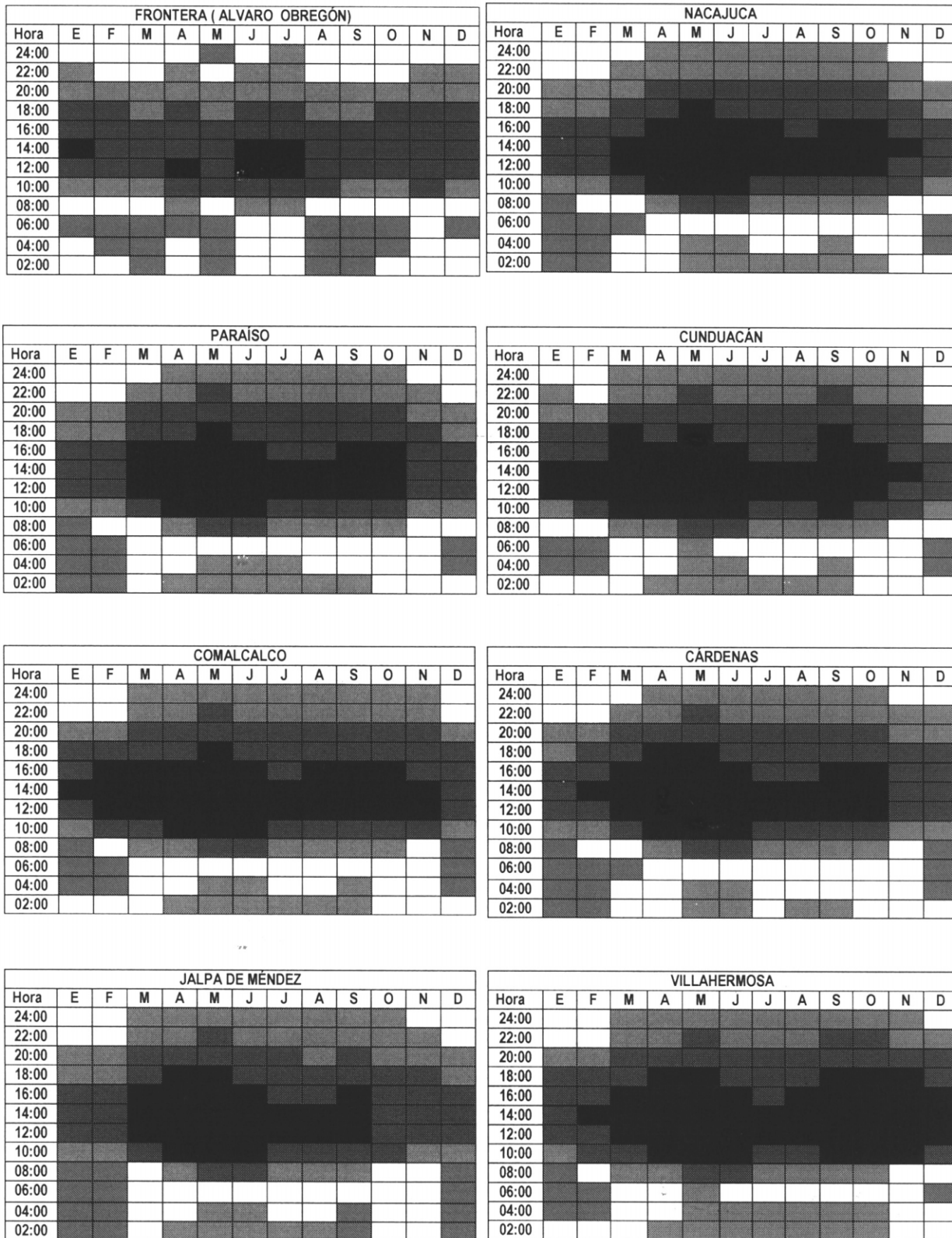


Figura 1. Mapas de periodos bihorarios de confort y desconfort para las localidades de: Frontera, Paraíso, Comalcalco, Jalpa de Méndez, Nacajuca, Cunduacán, Cárdenas y Villahermosa. La relación de achuramientos se incluye en la Tabla 2.

Figure 1. Maps of bihourly periods of comfort and discomfort for the localities of: Frontera, Paraíso, Comalcalco, Jalpa de Méndez, Nacajuca, Cunduacán, Cárdenas and Villahermosa. The relation of shadowed areas is given in table 2.

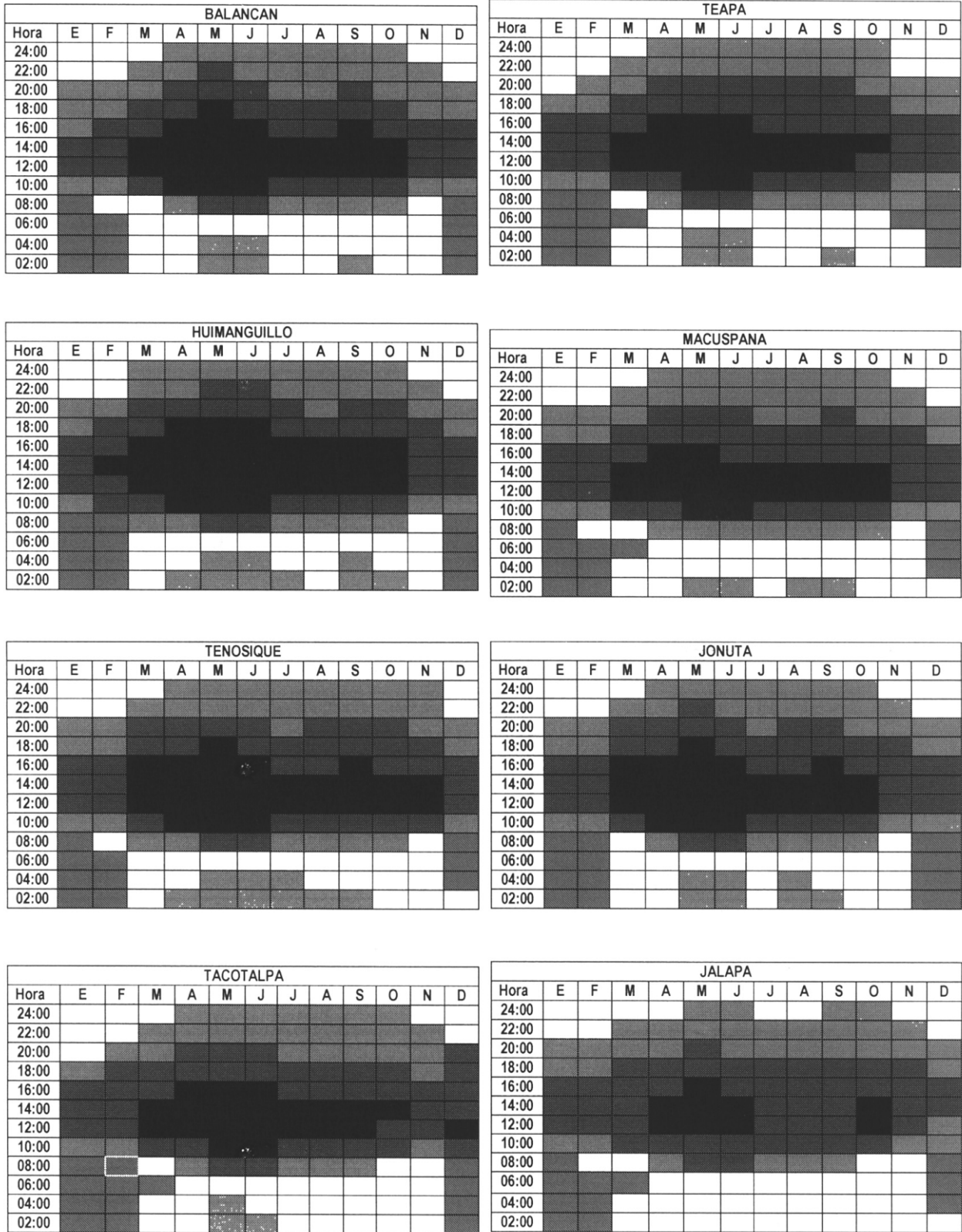


Figura 2. Mapas de periodos bihorarios de confort y desconfort para las localidades de: Balancán, Teapa, Huimanguillo, Macuspána, Tenosique, Jonuta, Tacotalpa y Jalapa. La relación de achuramientos se da en la Tabla 2.

Figure 2. Maps of bihourly periods of comfort and discomfort for the localities of : Balancán, Teapa, Huimanguillo, Macuspána, Tenosique, Jonuta, Tacotalpa and Jalapa. The relation of shadowed areas is given in table 2.

$$TE = T - 0.4 (T-10)(1 - HR/100) \quad [^{\circ}C] \dots\dots\dots(1)$$

en donde: TE es la temperatura efectiva en ( $^{\circ}C$ )  
 T es la temperatura ambiente en ( $^{\circ}C$ )  
 HR es la humedad relativa en (%).

La información consultada proveniente de la base de datos CLICOM, proporciona a lo más valores diarios de temperatura ambiente y no cuenta con información de humedad relativa para estaciones climatológicas, por lo que, fue necesario generar datos promedios mensuales de T y HR cada dos horas (bihorarios), usando los modelos de simulación de Tejeda (1991;1994).

El siguiente paso consistió en determinar el valor del confort para cada localidad, para ello se partió de la ecuación (2), Auliciemms (1992;1994).

$$Tp = 0.31 Tm + 17.6 \quad [^{\circ}C] \dots\dots\dots(2)$$

en donde Tp es la temperatura preferente o termopreferéndum en ( $^{\circ}C$ )  
 Tm es la temperatura media mensual en ( $^{\circ}C$ ).

Operativamente en la ecuación (2) Tm es sustituida por la temperatura media anual del periodo con información, en virtud de la baja oscilación térmica anual. Haciendo

do  $T = Tp$  y  $HR = 50\%$  en la ecuación (1), se obtiene un valor de TE que constituye el valor del confort para cada municipio.

Luego se determinó el intervalo de confort, mediante el criterio de Wakely (1978) que se basa en la oscilación térmica media anual de la temperatura del aire.

A partir del intervalo de confort se construye la escala de sensaciones térmicas del índice TE, generándose hacia arriba las categorías de desconfort: cálido ligero, cálido y bochorno, y hacia abajo las categorías de desconfort: fresco ligero, fresco y frío. Los límites de la zona de confort y de las categorías de desconfort, se consignan en la Tabla 2, con las intensidades de sombreado con que se representarán en los mapas.

Los términos asignados a dichas categorías obedecen al hecho de que la escala original propuesta por Hentschel (1986) y constituida por una variedad más amplia de sensaciones térmicas, es válida para la zona de latitudes medias y no considera el factor aclimatación (Cervantes *et al.* 2000).

**Confort y desconfort en las localidades estudiadas**

Con datos bihorarios de T y HR de cada localidad, se calculan los valores de TE, ordenándose horizontalmente de enero a diciembre y verticalmente de 24:00 a 02:00 horas. Los datos de TE se clasificaron sobre la base de la Tabla 2, se representaron en mapas por municipio, de los

Tabla 2. Escala de sensaciones térmicas del índice TE para cada localidad (los achuramientos incluidos en el tercer renglón son los asignados a las categorías y usados en su representación en los mapas).  
 Table 2. Thermal sensation scale for ET index for each locality (The shadowed areas included in the third line are assigned to categories and used to represent the same in the maps).

Localidad	SENSACIONES TÉRMICAS ASOCIADAS AL ÍNDICE (TE)						
	Bochorno	Cálido	Cálido ligero	Confort	Fresco ligero	Fresco	Frío
01	> 30.4	27.4-30.4	24.3-27.3	21.2-24.2	18.1-21.1	18.0-15.0	< 15.0
02	> 30.3	27.3-30.3	24.2-27.2	21.1-24.1	18.0-21.0	17.9-14.9	<14.9
03	> 30.4	27.4-30.4	24.3-27.3	21.2-24.2	18.1-21.1	18.0-15.0	< 15.0
04	> 30.5	27.5-30.5	24.4-27.4	21.3-24.3	18.2-21.2	18.1-15.1	<15.1
05	> 30.5	27.5-30.5	24.4-27.4	21.3-24.3	18.2-21.2	18.1-15.1	< 15.1
06	> 30.4	27.4-30.4	24.3-27.3	21.2-24.2	18.1-21.1	18.0-15.0	< 15.0
07	> 30.4	27.4-30.4	24.3-27.3	21.2-24.2	18.1-21.1	18.0-15.0	< 15.0
08	> 31.8	28.3-31.8	24.7-28.2	21.1-24.6	17.5-21.0	17.4-13.9	<13.9
09	> 31.8	28.3-31.8	24.7-28.2	21.1-24.6	17.5-21.0	17.4-13.9	<13.9
10	> 30.4	27.4-30.4	24.3-27.3	21.2-24.2	18.1-21.1	18.0-15.0	< 15.0
11	> 30.4	27.4-30.4	24.3-27.3	21.2-24.2	18.1-21.1	18.0-15.0	< 15.0
12	> 30.4	27.4-30.4	24.3-27.3	21.2-24.2	18.1-21.1	18.0-15.0	< 15.0
13	> 30.3	27.3-30.3	24.2-27.2	21.1-24.1	18.0-21.0	17.9-14.9	< 14.9
14	> 30.3	27.3-30.3	24.2-27.2	21.1-24.1	18.0-21.0	17.9-14.9	< 14.9
15	> 30.4	27.4-30.4	24.3-27.3	21.2-24.2	18.1-21.1	18.0-15.0	< 15.0
16	> 30.5	27.5-30.5	24.4-27.4	21.3-24.3	18.2-21.2	18.1-15.1	<15.1

que se obtuvieron las frecuencias de confort y desconfort por localidad.

**Necesidades de climatización artificial**

El número de periodos bihorarios en que se recomienda climatización artificial por enfriamiento o calefacción, se estableció considerando como umbral de enfriamiento el límite superior del confort y como umbral de calefacción el límite inferior del confort.

**RESULTADOS**

**Condición de bochorno**

La localidad con mayor número de periodos bihorarios de bochorno es Villahermosa, ubicada en la zona central, y la de menor número es Frontera ubicada en la zona costera (Figuras 1 y 2). Con relación a las horas del día, puede notarse que las categorías de desconfort cálido ligero, cálido y bochorno, se ubican entre las 10:00 y las 20:00 horas. En la dimensión mensual, mayo es el mes de mayor frecuencia de periodos bihorarios con la sensación bochornosa.

**Confort y desconfort por localidades**

Las localidades con mayor frecuencia de periodos bihorarios de confort, son Frontera y Jalapa, la primera localizada en la vertiente del Golfo de México y la segunda en la zona serrana (Figura 3). Las localidades de mayor desconfort son Villahermosa y Huimanguillo (Figura 4). En la Tabla 3, puede notarse que de 10:00 a 20:00 horas, los periodos de confort son prácticamente nulos, mientras que, a las 6:00 se tiene la mayor frecuencia. Los meses de mayor desconfort son los de mayo y junio, en cambio, los meses de noviembre a marzo son los más confortables (Tabla 4).

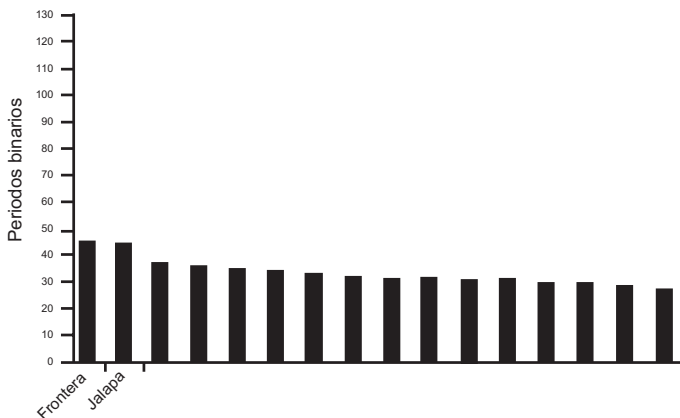


Figura 3. Frecuencias de periodos bihorarios de confort por localidad ignorando años, meses y horas.  
Figure 3. Frequency of bihourly periods of comfort per locality and without taking into account years, months and hours.

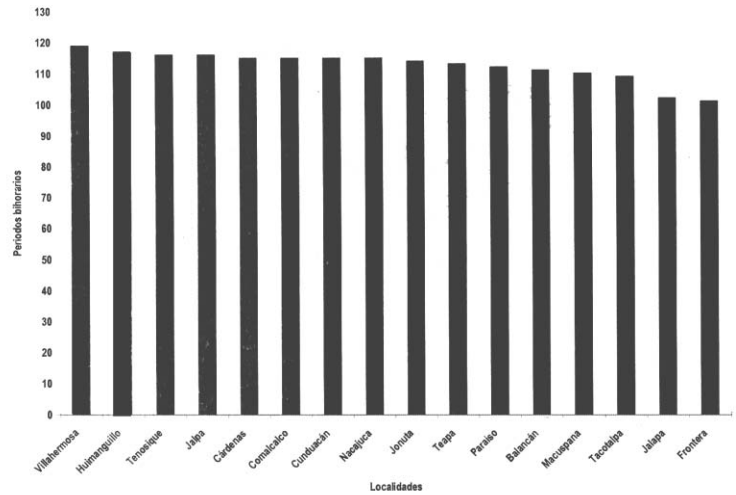


Figura 4. Frecuencia de periodos bihorarios de desconfort por localidad ignorando años, meses y horas.  
Figure 4. Frequency of bihourly periods of discomfort per locality and without taking into account years, months and hours.

**Requerimientos de climatización artificial en las localidades estudiadas**

El número de periodos bihorarios en que se recomienda climatización por enfriamiento (Figura 5), muestra a Villahermosa como la de mayor demanda a la vez que ubicada a Frontera como la menos demandante.

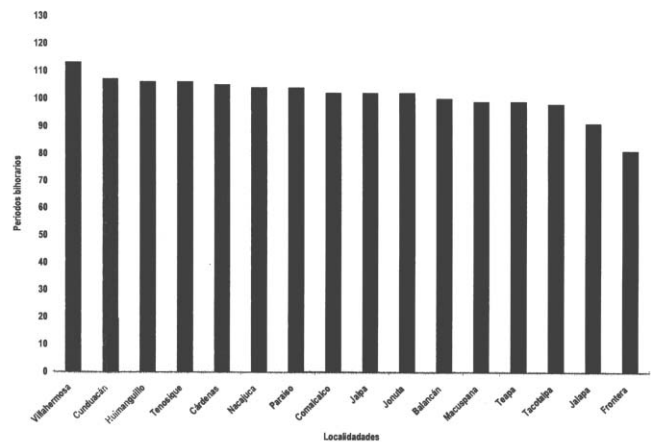


Figura 5. Número de periodos bihorarios de enfriamiento requeridos por localidad.  
Figure 5. Number of bihourly periods of required cooling per locality.

En cuanto al número de los periodos bihorarios, en que es recomendable climatización artificial para calefacción, Frontera y Teapa, son las localidades de mayor demanda (Figura 6).

En el contexto mensual, puede apreciarse que los meses de abril a octubre concentran las necesidades de enfriamiento (Tabla 5).

En el aspecto horario, los mayores requerimientos de enfriamiento se concentran en los periodos bihorarios comprendidos de 10:00 a 20:00 horas (Tabla 6).

**DISCUSIÓN**

En el presente estudio se utilizó el índice empírico (TE), como parámetro de la confortabilidad y desconfortabilidad ambiental en dieciséis cabeceras municipales del estado de Tabasco.

La marcha bihoraria del índice TE, muestra que la sensación de bochorno, es más frecuente en la localidad de Villahermosa, hecho que puede relacionarse con el alto grado de urbanización de la ciudad (Landsberg 1970; Weihe 1984), en donde, el asfalto y el concreto de calles y avenidas, así como, la densidad de su tejido urbano juegan un papel preponderante. Por el contrario, el escaso desarrollo urbano que presenta Frontera, sumado a los efectos de brisa marina que caracteriza a las localidades costeras

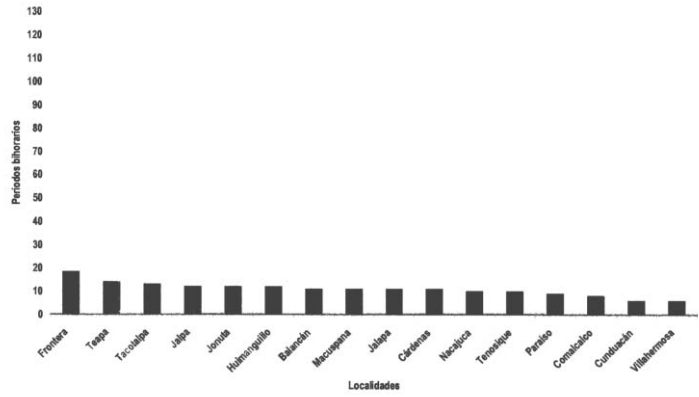


Figura 6. Número de periodos bihorarios de calefacción requeridos por localidad.

Figure 6. Number of bihourly periods of required heating per locality.

Tabla 3. Frecuencia de periodos bihorarios de confort por hora de ocurrencia y por localidad.  
Table 3. Frequency of bihourly periods of comfort per hour of occurrence and locality.

	02:00	04:00	06:00	08:00	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00	20:00	22:00	24:00
Frontera	8	6	4	9	0	0	0	0	0	0	6	10
Jalpa	3	6	9	3	0	0	0	0	0	0	3	4
Paraíso	4	6	9	4	0	0	0	0	0	0	3	5
Comalcalco	6	6	8	2	0	0	0	0	0	0	3	3
Cárdenas	6	7	8	3	0	0	0	0	0	0	2	5
Cunduacán	6	6	8	4	0	0	0	0	0	0	2	3
Nacajuca	4	6	8	4	0	0	0	0	0	0	3	5
Vhermosa.	5	4	8	3	0	0	0	0	0	0	2	3
Balancán	6	7	9	3	0	0	0	0	0	0	3	5
Huimanguillo	3	6	9	1	0	0	0	0	0	0	3	4
Tenosique	4	6	8	2	0	0	0	0	0	0	3	4
Tacotalpa	7	8	8	3	0	0	0	0	0	0	3	5
Macuspana	6	9	8	3	0	0	0	0	0	1	3	5
Jalapa	10	9	8	4	0	0	0	0	0	0	3	8
Jonuta	5	6	9	2	0	0	0	0	0	0	3	5
Teapa	6	7	7	1	0	0	0	0	0	1	4	7
Totales	74	105	130	51	0	0	0	0	0	2	49	89

(Nieuwolt 1973; Jáuregui 1984), favorecen la escasa frecuencia de la sensación bochornosa.

El comportamiento mensual de TE, ubica al mes de mayo como el mes de mayor frecuencia de sensaciones de bochorno, lo cual es coincidente con el hecho de ser uno de los meses característicos en que inciden en el territorio tabasqueño, vientos del sur secos y calientes (García 2000).

El predominio de las sensaciones de desconfort, cálido ligero, cálido y bochorno entre las 10:00 y las 20:00 horas, está relacionado con el comportamiento de la insolación, la hora de ocurrencia del máximo de temperatura y

la liberación de radiación de onda larga derivada del almacenamiento de energía del suelo (Nieuwolt 1984).

De las 16 localidades estudiadas, destacan por tener mayor frecuencia de periodos bihorarios de confort las localidades de Frontera y Jalapa, la primera influida por la brisa marina dada su ubicación costera, mientras que la segunda favorecida por la cercana presencia de la sierra. La situación extrema de desconfort derivada de la intensa actividad comercial y de servicios, desordenada urbanización, crecimiento poblacional acelerado, y denso tráfico de automóviles (Golan 1975; Oguntoyinbo 1984) se manifestó en que en este estudio, Villahermosa se ubique como la

Tabla 4. Frecuencia de periodos bihorarios de desconfort por localidad y mes de ocurrencia.  
 Table 4. Frequency of bihourly periods of discomfort per locality and per month of occurrence.

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Frontera	8	8	9	9	9	8	8	9	9	8	7	8
Paraíso	10	9	7	10	11	11	11	10	10	9	7	8
Jalpa	10	10	8	10	11	11	10	10	11	8	7	10
Comalcalco	9	8	9	10	11	11	10	10	11	9	8	9
Cárdenas	10	9	8	9	11	11	9	10	10	9	7	10
Cunduacán	9	8	9	10	12	11	10	10	11	9	8	8
Nacajuca	10	9	8	9	11	11	10	10	11	10	7	8
Vhermosa.	9	8	9	10	12	11	11	11	11	11	8	8
Balancán	10	9	7	9	11	11	9	9	10	9	7	10
Tenosique	10	9	8	10	11	11	11	10	10	9	8	9
Tacotalpa	7	10	9	9	11	10	9	9	9	8	7	10
Huimanguillo	10	10	9	10	11	11	10	9	11	10	7	10
Macuspana	10	9	8	9	10	10	9	10	10	9	7	9
Teapa	9	10	8	9	11	11	9	9	10	9	8	10
Jalapa	10	9	8	8	9	9	8	8	9	8	7	9
Jonuta	10	10	7	9	11	11	9	11	10	9	7	10
Totales	151	145	127	150	173	169	154	155	163	135	117	146

Tabla 5. Número de periodos bihorarios para enfriamiento obtenidos por localidad y mes de ocurrencia  
 Table 5. Number of bihourly periods for obtained cooling, per locality and month of occurrence.

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Frontera	7	6	6	8	6	8	9	6	6	6	7	7
Jalpa	6	6	8	10	11	11	10	10	9	8	7	6
Paraíso	6	6	7	10	11	11	10	10	10	9	7	6
Comalcalco	6	6	9	10	11	11	10	10	11	9	8	6
Cárdenas	6	6	7	9	11	11	9	10	10	9	7	7
Cunduacán	7	6	9	10	12	11	10	10	11	9	8	6
Nacajuca	6	6	7	9	11	11	10	10	11	10	8	6
Vhermosa.	6	6	9	10	12	11	11	11	11	11	8	7
Balancán	6	6	7	9	11	11	9	9	10	9	7	6
Huimanguillo	6	6	9	10	11	11	10	9	11	10	7	6
Tenosique	6	6	8	10	11	11	11	10	10	9	8	6
Tacotalpa	5	6	7	9	11	11	9	9	10	9	7	6
Macuspana	6	6	7	9	10	10	9	10	10	9	7	6
Teapa	5	6	7	9	11	11	9	9	10	9	7	6
Jalapa	6	6	6	8	9	9	8	8	9	8	7	6
Jonuta	6	6	5	9	11	11	9	10	10	9	7	6
Totales	96	96	118	149	170	170	153	141	159	143	117	99



Tabla 6. Número de periodos bihorarios de enfriamiento requeridos por localidad y hora de ocurrencia.  
 Table 6. Number of bihourly periods of required cooling per locality and hours of occurrence.

	02:00	04:00	06:00	08:00	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00	20:00	22:00	24:00
Frontera	0	0	0	3	12	12	12	12	12	12	6	1
Jalpa	5	2	0	6	12	12	12	12	12	12	9	8
Paraíso	6	3	0	7	12	12	12	12	12	12	9	7
Comalcalco	5	2	0	6	12	12	12	12	12	12	9	8
Cárdenas	4	3	0	8	12	12	12	12	12	12	9	9
Cunduacán	6	3	0	7	12	12	12	12	12	12	10	9
Nacajuca	6	3	0	7	12	12	12	12	12	12	9	7
Vhermosa.	7	6	1	8	12	12	12	12	12	12	10	9
Balancán	3	2	0	7	12	12	12	12	12	12	9	7
Huimanguillo	6	3	0	8	12	12	12	12	12	12	9	8
Tenosique	6	3	0	8	12	12	12	12	12	12	9	7
Macuspana	4	0	0	7	12	12	12	12	12	12	9	7
Teapa	3	2	0	8	12	12	12	12	12	12	8	7
Tacotalpa	2	1	0	8	12	12	12	12	12	12	9	7
Jalapa	0	0	0	6	12	12	12	12	12	12	9	4
Jonuta	4	3	0	7	12	12	12	12	12	12	9	7
Totales	67	36	1	111	204	204	204	204	204	204	142	112

localidad de menor frecuencia de periodos bihorarios de confort. El establecimiento de sensaciones desconfortantes por valores elevados del índice TE, se refleja nuevamente en el hecho de que la frecuencia de periodos bihorarios de confort, son prácticamente nulos entre las 10:00 y las 20:00 horas. El periodo bihorario de confort más frecuente (6:00) es compatible con la hora de ocurrencia de la temperatura mínima.

El final del Otoño y el periodo invernal, tuvieron una influencia marcada en el comportamiento del índice TE, lo cual se refleja en que, los meses de noviembre a marzo, resultaron los de mayor confort. Este confort es, favorecido por la presencia de los nortes ocasionados por masas de aire polar que provenientes del territorio de los Estados Unidos de América y el Canadá, los cuales se internan en nuestro país, penetran al Golfo de México y que dependiendo de su intensidad, provocan descensos en la temperatura (Tejeda *et al.* 1989), además de favorecer la presencia de lluvias (Palma *et al.* 1993).

En contraparte, la estación de Primavera, está caracterizada por altas temperaturas, y favorece el que los meses de mayo y junio sean los de mayor frecuencia de periodos bihorarios de desconfort en las localidades estudiadas.

El análisis del número de periodos bihorarios en que es recomendable el uso de climatización artificial, muestra que en la totalidad de las localidades estudiadas la demanda de calefacción es muy escasa. En cambio, el número de periodos bihorarios para enfriamiento es una necesidad imperante, que corrobora el hecho de que la principal causa de desconfort bioclimático en las ciudades tropicales es el calor (Page 1984).

La localidad más demandante de climatización artificial para enfriamiento, es Villahermosa, misma que concentra el mayor crecimiento urbano y en donde la construcción de extensas áreas de estructuras habitacionales y de servicios, se realiza sin que exista selección alguna de los tipos de materiales utilizados y en ausencia de criterios arquitectónicos que armonicen con las condiciones ambientales prevalecientes, factores que tienden a incrementar las sensaciones de desconfort ciudadinas (Bodoegaard 1981; Sánchez-de Carmona 1984).

En el otro extremo, la localidad de Jalapa caracterizada por un limitado crecimiento urbano y poblacional aunado a su ubicación casi serrana, se ubica como la de menor demanda de climatización artificial por enfriamiento.

La concentración de las necesidades de enfriamiento en los meses de abril a octubre, coincide con las estaciones de Primavera, Verano y principios del Otoño, en donde prevalecen las altas temperaturas así como también la presencia de otros fenómenos meteorológicos como las ondas del este que favorecen el incremento de la humedad relativa.

De los resultados de este estudio puede concluirse que en relación a: (1) el confort, las localidades estudiadas independientemente de su ubicación geográfica en el contexto estatal, presentan en general condiciones de desconfort por calor y humedad, y (2) la climatización artificial, las situaciones estresantes por calor y humedad predominan en la totalidad de los sitios estudiados y repercuten en la demanda de climatización artificial para retornar al confort. El enfriamiento es una necesidad constante en vir-

tud de la alta incidencia de sensaciones de desconfort. Las sensaciones térmicas desconfortables por frío en cambio, son escasas y en general pueden considerarse a dichos intervalos muy poco demandantes de energía para su retorno a la confortabilidad.

#### AGRADECIMIENTOS

A los Físicos, César Triana Ramírez, Jefe de Proyecto del Servicio Meteorológico de la Gerencia Regional Frontera Sur de la Comisión Nacional del Agua con sede en Tuxtla Gutiérrez Chiapas y Gerardo Alarcón de la Gerencia Estatal Tabasco de la Comisión Nacional del Agua por las facilidades otorgadas para la consulta de información así como también al Dr. Tito A. Ocaña Zurita por sus valiosos comentarios.

#### LITERATURA CITADA

Anónimo (2001) XII Censo de Población y Vivienda 2000 Tabulados Básicos TABASCO. Instituto Nacional de Geografía Estadística e Informática Aguascalientes, Aguascalientes. México.

Auliciems A (1992) Greenhouse warmed Europe: thermoregulatory criteria for future indoor climate management. *International Journal of Biometeorology* 36:201-209.

Auliciems A (1994) Thermoregulatory adaptation to global warming-winners and losers. *Proceed 13<sup>th</sup> International. Congress of Biometeorology*. Calgary, Canadá. 109-122.

Bodoegaard T (1981) *Climate and Design in Tanzania*. Build. Res. Unit. Ministry of Lands. Housing and Urban Development. Dar Es Salaam.

Cervantes J, Barradas VL, Tejeda A, Pereyra D (2000) Reporte del proyecto: Áreas verdes públicas y calidad de vida urbana (Primera fase). SIGOLFO 97-04-001-V/97-09-04-002). Anexo. Clima Urbano, Bioclima humano, Hidrología superficial y Evaluación de riesgos por hidrometeoros. UV-UNAM.

García PO (2000) *Historia y Geografía del Estado de Tabasco*. Editorial Santillana. México. 224 pp.

Golan T (1975) Abidján to Lagos. West Africa. 505-507.

Goward SN (1981) Thermal Behaviour of urban landscapes and the urban heat island. *Phys. Geog.* 2:19-33.

Jáuregui E (1984) Los climas urbanos tropicales: Revisión y Evaluación. Memorias. La climatología urbana y sus aplicaciones con especial referencia a las regiones tropicales. Conferencia Técnica. OMM-652. México: 22-38.

Jáuregui E, Cervantes J, Tejeda A (1997) Bioclimatic conditions in México City-an assessment. *International Journal of Biometeorology* 40:166-177.

Hentschel G (1986) A human biometeorology classification of climate for large and local scales. *Climate and Human Health. Proceedings of the Symposium in Leningrad-Volume I* 22-26 September: 120-138.

- Landsbergh H (1970) Man-made climatic changes. *Science* 170: 1265-1274.
- Morgan DL, Baskett RL (1974). Comfort of man in the city. An energy balance model of man-environment coupling. *Int. Journal of Biometeorology* 18(3):184-198.
- Nieuwolt S (1973) Breezes along the Tanzanian East Coast. *Archiv. Meteor. Geoph. Biokl.* 21: 189-206.
- Nieuwolt S (1984) Proyectos adaptados al clima para ciudades cálidas y húmedas. *Memorias. La climatología urbana y sus aplicaciones con especial referencia a las regiones tropicales. Conferencia Técnica. OMM-652. México: 449-466.*
- Oguntoyinbo JS (1984). La climatología urbana en África Tropical. *Memorias. La climatología urbana y sus aplicaciones con especial referencia en las regiones tropicales. Conferencia Técnica. OMM-652. México: 96-118.*
- Oke TR (1984) La climatología urbana y las ciudades tropicales. Una introducción al tema. *Memorias. La climatología urbana y sus aplicaciones con especial referencia a las regiones tropicales. Conferencia Técnica. OMM-652. México: 01-21.*
- Page JK (1984) Cuestiones relacionadas con la energía. *Memorias. La climatología urbana y sus aplicaciones con especial referencia a las regiones tropicales. Conferencia Técnica. OMM-652. México: 380-393.*
- Palma GB, Pereyra D, Angulo Q (1993) Efecto de los Nortes sobre las heladas tardías en la región noreste del Cofre de Perote. *Memorias. II Congreso Iberoamericano del medio ambiente atmosférico. México: 207-209.*
- Sánchez-de Carmona L (1984) Confort humano en ciudades de clima tropical. *Memorias. La climatología urbana y sus aplicaciones con especial referencia a las regiones tropicales. Conferencia Técnica. OMM-652. México: 312-355.*
- Schönwiese CD (1996) Der antropogene Treibhauseffekt in Konkurrenz zu natürlichen Klimaänderungen. *Pornet* 25(3): 53-61.
- Tejeda A, Acevedo F, Jáuregui E (1989) Atlas climático del Estado de Veracruz. Universidad Veracruzana. Xalapa, Ver. 150 pp.
- Tejeda A (1991) An exponential model of the curve of mean monthly hourly air temperature. *Atmósfera* 4:139-144.
- Tejeda A (1994) On the evaluation of the wet bulb temperature as a function of the dry bulb temperature and relative humidity. *Atmósfera* 7:179-184.
- Wakely PI (1978) Diseño y confort térmico en climas cálidos. Un texto de aprendizaje programado para arquitectos. Universidad de los Andes. Mimeo. Bogotá.
- Weihe W (1984). La esperanza de vida en los climas tropicales en función de la urbanización. *Memorias. La climatología urbana y sus aplicaciones con especial referencia a las regiones tropicales. Conferencia Técnica. OMM-652. México: 274-311.*

