

# **“Estudio de las sensaciones térmicas en la provincia Ciego de Ávila.”**

Lic. Mayra Santana Ramírez, Campos M. A., León L. A. y Guevara V. V.  
Instituto de Meteorología. CITMA.

## **RESUMEN.**

En el presente trabajo se realiza un estudio de las sensaciones térmicas en la provincia Ciego de Ávila en el período 1981-2000. Para ello, se evalúa el comportamiento de los valores medios y la estacionalidad de los índices temperatura efectiva y temperatura efectiva equivalente, junto con la frecuencia de dichas sensaciones, en las cuatro estaciones meteorológicas del territorio. Además, se analizan las tendencias y variaciones de las sensaciones térmicas, aplicando técnicas de análisis de series temporales a los valores medios mensuales de ambos índices. Los resultados de esta investigación muestran que la provincia presenta condiciones propias de una llanura cálida, con predominio de sensaciones calurosas en las tardes de verano, sobre todo al sur. Los amaneceres invernales son frescos en todo el territorio. Confortables resultan los mediodía invernales y el amanecer del verano, destacándose los meses de transición entre una temporada y otra por la mayor frecuencia de sensaciones confortables. El islote de Cayo Coco revela ciertas particularidades, como mañanas invernales menos frías y tardes más frescas que en el resto de los emplazamientos. En el verano, a la salida del sol resulta la más calurosa, mientras en las tardes ocurre lo contrario.

Las diferencias significativas entre las medias del período línea base (1981-1990) y el período de estudio (1981-2000), destacan una tendencia creciente de ambos índices estudiados, a inicios del verano al sur de la provincia, sobre todo a la 7 a.m. Al norte del territorio se observan tendencias decrecientes en los amaneceres invernales. En el período 1991-2000, la temporada de verano experimentó un

adelanto en su aparición y se mantuvo más calurosa y la de invierno se caracterizó por un aumento de las sensaciones frías y muy frías en el mes de febrero, respecto al periodo 1981-1990. Se concluye que el clima de la provincia Ciego de Ávila se ha tornado más extremo en el período 1991-2000. Los resultados de este trabajo son de interés por su aplicación en diferentes sectores del territorio avileño.

## **INTRODUCCIÓN.**

Las condiciones atmosféricas ejercen influencia sobre el bienestar humano debido a la constante interacción del hombre con el medio que lo rodea. Dentro de esta problemática, el tema de las sensaciones térmicas es uno de los fundamentales.

El estudio de estas sensaciones reviste especial importancia desde el punto de vista bioclimático, ya que los resultados que de estas investigaciones se derivan intervienen en la búsqueda de soluciones a nuevas interrogantes que se presentan en la actualidad y son aplicados en diferentes sectores, como la salud pública, la construcción, el turismo y actividades que se realizan al aire libre.

El estado térmico del individuo depende, en primer lugar, de un mecanismo termorregulador que estabiliza la temperatura interna del mismo alrededor de 37°C, independientemente de la temperatura del medio aéreo exterior. Este mecanismo responde a una propiedad que presentan los seres humanos, la homeotermia. La misma tiende a mantener constante la temperatura corporal y es una función integrada a la homeostasis, que es a su vez la fuerza coordinadora que dirige las funciones del organismo humano hacia la estabilidad y eficiencia, en respuesta a las condiciones y cambios en el medio ambiente.

El clima, por su parte, influye considerablemente en el estado térmico del individuo, ya que las variaciones en el comportamiento de las variables climáticas originan un amplio espectro de sensaciones térmicas en los hombres. La temperatura, la humedad, el viento y la radiación solar son las variables determinantes en estas sensaciones, en las cuales también tienen una marcada influencia factores no climáticos que varían indistintamente, como la edad y el sexo de las personas, la

alimentación, las tradiciones, la cantidad y el tipo de vestuario, el nivel de actividad física y su metabolismo.

Muchos autores en todo el mundo han abordado el estudio de las sensaciones térmicas, evaluando el estado térmico de las personas a partir de diferentes métodos como Complejos de variables climáticas, Ecuación del balance de calor del cuerpo humano y Índices bioclimáticos.

Para realizar el presente estudio, con el objetivo de determinar las sensaciones térmicas en la provincia Ciego de Ávila y de estudiar la variabilidad climática de dichas sensaciones en el territorio avileño, se han seleccionado los índices bioclimáticos temperatura efectiva y temperatura efectiva equivalente.

Estos índices son indicadores que integran el efecto de dos o más variables de fácil medición. Además intentan describir cómo actúa el medio ambiente atmosférico sobre el organismo humano a partir de observaciones experimentales, dando una idea general sobre el comportamiento de las diferentes sensaciones térmicas.

El índice bioclimático temperatura efectiva fue utilizado por primera vez en Estados Unidos por Houghtem y Yaglou (1923). Se define como la temperatura de un aire estacionario y saturado de humedad que produciría, según la opinión de un gran número de personas, una sensación térmica semejante a la que produce la situación atmosférica concreta analizada. Este índice se utiliza fundamentalmente para evaluar condiciones interiores de las edificaciones o en lugares donde no estén presentes los efectos del viento.

Luego de múltiples investigaciones experimentales Missenard en 1937, considero la velocidad del viento en el estudio de las sensaciones térmicas, de esta forma surge el índice temperatura efectiva equivalente. Este tiene sus antecedentes en la temperatura efectiva y se ha empleado con frecuencia para evaluar las condiciones de confort térmico. Dicho índice es más preciso, ya que evalúa la sensación de calor del cuerpo humano teniendo en cuenta la interacción entre la temperatura, la humedad del aire y la rapidez del viento en el medio exterior.

Ambos índices han sido muy utilizados mundialmente, entre otros autores se citan: Thom (1959), Sánchez de Carmona (1984), Hentschel (1987), Steadman (1994). En

Cuba, con el objetivo de definir el espectro de sensaciones térmicas para nuestro clima, muchos especialistas han realizado estudios sobre esta temática a escala nacional. Entre los más relevantes encontramos los de Osorio, Vidaillet y León (1988), Barranco (1989), y los más recientes Guevara, Campos y León (1997), Portela, Guevara y León (2000), Guevara, Campos y León (2003). Sin embargo estos estudios son escasos en los territorios, ya que sólo se cuenta con investigaciones en Matanzas, Cienfuegos, las provincias habaneras y en Cayo Coco, con fines turísticos. Además la mayoría de ellos se enmarcan dentro de la climatología descriptiva y muy pocos abordan la variabilidad climática, tema que en este trabajo constituye uno de sus objetivos principales.

La provincia Ciego de Ávila fue escogida por presentar un relieve mayormente llano, poco complicado, con una diferenciación climática latitudinal, que tiene información meteorológica de cuatro estaciones, en algunas de ellas con series relativamente largas. Además por constituir uno de los principales polos turísticos del país, para lo cual los resultados de este trabajo serán de interés.

## **Materiales y Métodos.**

### **Breve descripción físico - geográfica y climatológica de la provincia Ciego de Ávila.**

La provincia de Ciego de Ávila está situada en la región físico-geográfica de la Llanura Júcaro - Morón (Mateo, et. al. 1980), ocupando el 82 % de esta unidad de relieve. Ubicada en la parte central de la Isla de Cuba, limita al norte con el Canal Viejo de Bahamas, al sur con el Golfo de Ana María, al oeste con la provincia de Sancti Spíritus (municipios de Yaguajay y Jatibonico) y al este con la provincia de Camagüey (municipios de Esmeralda, Carlos Manuel de Céspedes y Florida).

La situación geográfica de la provincia, en grados y minutos, mediante las coordenadas meridionales, septentrionales, occidentales y orientales de la misma, es:

- Meridional: 20°50'00" LN
- Septentrional: 22°27'00" LN
- Occidental: 79°07'42" LW
- Oriental: 78°08'42" LW

Esta provincia tiene una extensión territorial de 6 910 km<sup>2</sup>, de ellos 589.3 km<sup>2</sup> son de cayos e islotes. La costa norte tiene una extensión de 154.5 km, mientras que la costa sur solo 53.1 Km. En las costas de la provincia existen excelentes playas como en Cayo Coco, con 36 Km., Cayo Guillermo, 8 Km., y Paredón Grande, con 6 Km. de playas.

La temperatura media del territorio es de 25.2°C y los valores promedios de las temperaturas máximas y mínimas son de 30.6°C y 19.7°C, respectivamente. El mes más cálido es agosto, con 28.1°C de temperatura media; y el mes más frío, febrero, con una temperatura media del aire de 22.3°C.

El 82% aproximadamente de las precipitaciones cae en la temporada de mayo a octubre y el 18 % restante de noviembre- abril, con una media de 1264.4 mm de lluvia al año. En zonas interiores, el régimen pluviométrico es muy uniforme oscila entre 1200 y 1400 mm, mientras que hacia las fajas costeras norte y sur desciende a valores que están entre los 1000 y 1200 mm. En cuanto a los vientos, el rumbo predominante es del nordeste y su velocidad media es de 12 Km. /h. La humedad relativa promedio es de 80% y la nubosidad media es de 5 octavos.

La población de esta provincia es de 400 720 habitantes, de ellos 200 400 varones y 196 581 hembras. La población es mayormente urbana con 298 589 habitantes, mientras que en las zonas rurales viven 102 131 habitantes.

Para llevar a cabo este trabajo se hizo necesario conformar un conjunto de datos de tres estaciones de la provincia Ciego de Ávila (Venezuela, Júcaro y Camilo Cienfuegos). Los datos de la estación Cayo Coco fueron facilitados por los compañeros del proyecto Área Litoral del Archipiélago Sabana-Camagüey. Los mismos abarcan solo el período (1991- 2000), ya que esta estación fue fundada en 1990. La ubicación geográfica de las estaciones se observa en la Fig.1.

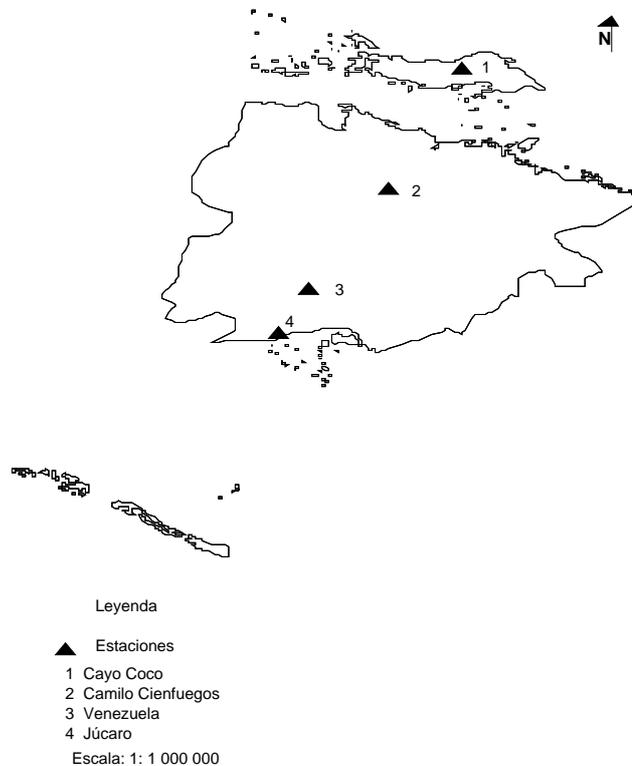


Fig. 1. Ubicación geográfica de las estaciones meteorológicas en la provincia Ciego de Ávila.

La estación # 1, Cayo Coco, se encuentra al norte de la provincia, específicamente en el cayo que lleva su nombre y pertenece al archipiélago Sabana – Camagüey. Geográficamente se ubica en los 22° 31' de latitud norte y 78° 27' 50" de longitud oeste, a 2 m sobre el nivel del mar. Es una estación del tipo suburbano y tiene una gran influencia marítima.

La estación # 2, Camilo Cienfuegos, es del tipo rural y se encuentra tierra adentro, con una elevación de 8 m sobre el nivel del mar, en los 22° 06' 5" de latitud norte y 78° 37' 5" de longitud oeste.

La estación # 3, Venezuela, se ubica en los 21° 46' 7" de latitud norte y los 78° 47' 4" de longitud oeste, a 30 m de elevación sobre el nivel del mar y a 13 Km. al sur de la ciudad de Ciego de Ávila, por lo que también se considera del tipo suburbana.

La estación # 4, Júcaro, se ubica al sur de la provincia, en los 21° 37' 4" de latitud norte y 75° 51' 4" de longitud oeste, a solo 1 m sobre el nivel del mar. Enclavada en un poblado de la costa Sur, se considera también del tipo suburbana.

El período de trabajo seleccionado se enmarca desde 1981 hasta el 2000 que, aunque no llega a ser una normal climatológica completa, se considera representativa de las condiciones climáticas de la localidad. Fueron utilizados los datos de las variables meteorológicas temperatura del bulbo seco, temperatura del

bulbo húmedo y viento, y para los horarios 7:00 a.m. y las 13:00 horas del meridiano 75°W, por ser los de máximo enfriamiento y máximo calentamiento, respectivamente.

Se procesaron un total aproximado de 59 520 datos. Para el análisis de los mismos, se recurrió a la Estadística Aplicada a la Meteorología, la que nos proporcionó una serie de técnicas, a fin de dar cumplimiento a los objetivos trazados. Independientemente de la buena calidad de los datos, se aplicaron criterios de validación y control de la calidad, basados en el análisis gráfico de la información y en el cálculo de algunos parámetros y estadígrafos necesarios. En caso de ausencia de datos, se recurrió al método de las medias para rellenar la ausencia de los mismos.

Luego, se procedió al cálculo de la humedad relativa del aire, variable que está presente en los índices empleados. Para el mismo fue utilizada la fórmula propuesta por Rotschen (1996), este autor la concibió como una relación apropiada para un cálculo directo del valor de la humedad relativa, desde los valores de temperaturas tomados del bulbo seco y el bulbo húmedo respectivamente. Dicha fórmula es la siguiente:

$$U\% = \frac{A(t_w) + t_w - t_d \times 100}{A(t_d)}$$

Donde :

$$A(t_w) = 0.147 \times 10 \left( \frac{t_w}{31.6 + 0.1345 t_w} + 1.79435 \right)$$

$$A(t_d) = 0.147 \times 10 \left( \frac{t_d}{31.6 + 0.1345 t_d} + 1.79435 \right)$$

$t_w$  : Temperatura del bulbo húmedo.

$t_d$  : Temperatura del bulbo seco.

$A(t_w)$ : Coeficiente de temperatura húmeda.

$A(t_d)$ : Coeficiente de temperatura seca.

La primera parte de este trabajo comenzó con el cálculo de los índices bioclimáticos temperatura efectiva (TE) y temperatura efectiva equivalente (TEE), aplicando la expresión de Brooks, referida por Bútieva (1984) y considerada como la más idónea para las regiones tropicales. Estas fórmulas, además de ser sugeridas por muchos climatólogos soviéticos, han sido ampliamente utilizadas en todo el mundo y también en nuestro país por diferentes autores.

La expresión de Brooks para el cálculo de la temperatura efectiva es la siguiente:

$$TE = t - G/80 (0.00439 T + 0.4456 T + 9.5)$$

Donde:

t: temperatura del aire en °C.

T: t – 37 diferencia entre la temperatura del aire y la del cuerpo del hombre en °C.

G: 100 – r donde r es la humedad relativa del aire en %.

En el caso de la temperatura efectiva equivalente, la fórmula utilizada se relaciona a continuación:

$$TEE = TE + W (0.11T - 0.13) - 0.002 TG$$

Donde:

TE: temperatura efectiva.

W: velocidad del viento en m/seg. a dos metros de altura, producto de la corrección 0.67 v.

T: t – 37 diferencia entre la temperatura del aire y la del cuerpo del hombre en °C.

G: 100 – r donde r es la humedad relativa del aire en %.

Fueron promediados los valores diarios de todas las variables que intervienen en el cálculo de los índices temperatura efectiva y temperatura efectiva equivalente, incluyendo los promedios de ambos índices. Con estos valores, se confeccionaron gráficos que muestran el comportamiento de la marcha anual de cada una de estas variables e índices bioclimáticos, para el período 1981-2000. A partir de estos valores de TE y TEE, se obtuvieron también tablas que muestran los por cientos de frecuencia de los diferentes rangos de sensaciones térmicas (muy frías, frías, fresca, confortables, calurosas y muy calurosas). Se confeccionaron gráficos de la marcha

mensual de estas frecuencias para cada índice, en los dos horarios seleccionados, para el período antes mencionado.

Muchas han sido las escalas definidas para evaluar las sensaciones térmicas desde la establecida por Hentschel en 1961, hasta la actualidad. Para este trabajo se tuvieron en cuenta los intervalos propuestos por León (1988), que fueron concebidos a partir de los métodos y recomendaciones de autores como Terjung (1968) y Wakely (1979) y además, se consideran apropiados para la población cubana, que se encuentra expuesta a altos promedios de temperatura y humedad durante gran parte del año.

Intervalos propuestos por León (1988):

Muy Frío	_____	< 12.0°C
Frío	_____	12.0°C – 17.0°C
Fresco	_____	17.0°C – 22.0°C
Confortable	_____	22.0°C – 25.0°C
Caluroso	_____	25.0°C – 28.0°C
Muy Caluroso	_____	> 28.0°C

A partir del cálculo de los valores medios mensuales y aplicando un modelo multiplicativo disponible en *Statistic for Windows*, se calculó la estacionalidad de los índices bioclimáticos estudiados, para todas las estaciones, con el objetivo de analizar el comportamiento de sus patrones.

Tratando de dar respuesta a uno de los objetivos de este trabajo, se elaboraron las series anuales y por período estacionales lluviosa o de verano (mayo a octubre) y poco lluvioso o de invierno (noviembre a abril), a los que se le calculó la tendencia y punto de cambio utilizando el estadígrafo de Kendall - Mann (Sneyers, 1975) en sentido directo e inverso, a través del programa *Winstat* (Mellado y Borrajero, 1997). Los puntos de cambio fueron reafirmados más tarde a través de la Prueba de Pettitt (Vannitsen y Damarés, 1991).

Tomando en consideración los años en que se enmarcaron los puntos de cambio en el análisis anterior, se dividió la serie inicial en dos períodos. El primero abarca desde 1981 hasta 1990, tomado de referencia como línea base y el segundo, incluye la década 1991-2000, a la que se denomina período de estudio y tiene características peculiares en las manifestaciones de la variabilidad climática en la

provincia y, en general, en el país. Para enmarcar estos subperíodos se tuvo en cuenta, además, que los mismos constituyen normales ajustadas según la guía de prácticas climatológicas de la Organización Meteorológica Mundial.

Se compararon las marchas anuales de los valores medios de TE y TEE en ambos períodos y para los dos horarios seleccionados. Para confirmar la presencia de diferencias significativas entre los valores medios mensuales de TE y TEE en los períodos mencionados anteriormente, se aplicó una prueba de hipótesis de diferencias de medias con varianzas desconocidas y probablemente diferentes, según Ostle (1974), para niveles de significación del 0.05 y 0.10 %. Se estudiaron, además, las diferencias en el comportamiento de las diferentes sensaciones térmicas en ambos períodos, a través del análisis de la frecuencia de las mismas.

Por último, se construyeron gráficos que muestran los patrones estacionales de ambos índices, en los dos subperíodos mencionados anteriormente, para todas las estaciones. En este caso el término patrones estacionales, se refiere a la definición estadística dada por Cansado, 1966. Este análisis tiene la finalidad de evaluar las consecuencias de los cambios encontrados entre ambos períodos, en la estacionalidad de los índices estudiados.

Todos los cálculos realizados en este trabajo fueron determinados a través del paquete de programas *Statistic for Windows* y *Excel*.

### **Análisis de los resultados.**

#### **Comportamiento de los valores medios de TE y TEE en el período (1981- 2000), en estaciones seleccionadas.**

En la Fig. 2, se aprecia el comportamiento de la TE a las 07h, en el período 1981-2000, en las cuatro estaciones. El rasgo más interesante en ella resulta la separación de los valores de la estación de Cayo Coco, en relación con el resto de los emplazamientos, con magnitudes que oscilan entre 3°C y 4°C por encima, en el invierno, y entre 2°C y 3°C, en el verano. Así, se define un grupo de estaciones integrado por Camilo Cienfuegos, Venezuela y Júcaro, mientras que Cayo Coco muestra diferencias respecto al resto de los emplazamientos. En casi todo el territorio de la provincia, el comportamiento de las sensaciones térmicas se homogeniza, a cuenta de una similar marcha anual de la temperatura del aire. En

consecuencia, no se observa la presencia de gradientes del índice en la región estudiada. En todos los meses la estación de Camilo Cienfuegos presenta las temperaturas efectivas más bajas, seguidas por Júcaro y Venezuela.

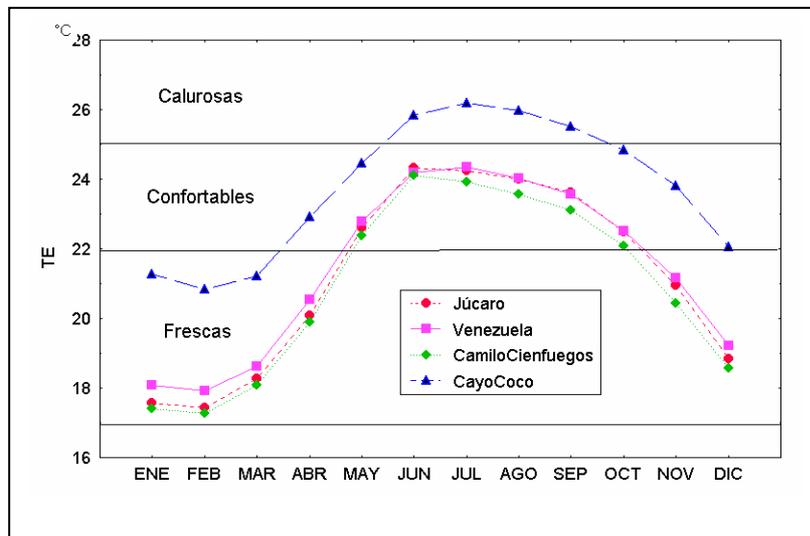


Fig. 2. Marcha anual de la TE a las 7 a.m. para el período 1981-2000.

De noviembre a abril, las sensaciones prevalecientes alcanzan la categoría de frescas, destacándose febrero como el mes con los valores más bajos de toda la temporada. Mientras, en el resto de los meses las condiciones se mueven en el intervalo de confortables, excepto en Cayo Coco, donde dominan las sensaciones calurosas desde junio hasta septiembre.

A las 13 horas, las curvas de la marcha anual adquieren una configuración en paralelo, con un gradiente sur – norte muy claro en la temporada invernal, más marcado en febrero y marzo, pero menos definido en los meses más cálidos del verano. En ellos, Júcaro se separa, alcanzando los mayores valores, y el resto de las estaciones se agrupan en una estructura similar a la del horario anterior, pero esta vez con el registro de las TE más bajas en Cayo Coco. De diciembre a febrero se establecen las condiciones confortables en la mayoría de las estaciones, que llegan a ser muy calurosas en julio y agosto, a excepción de Júcaro, donde se extienden de junio a septiembre (Fig. 3).

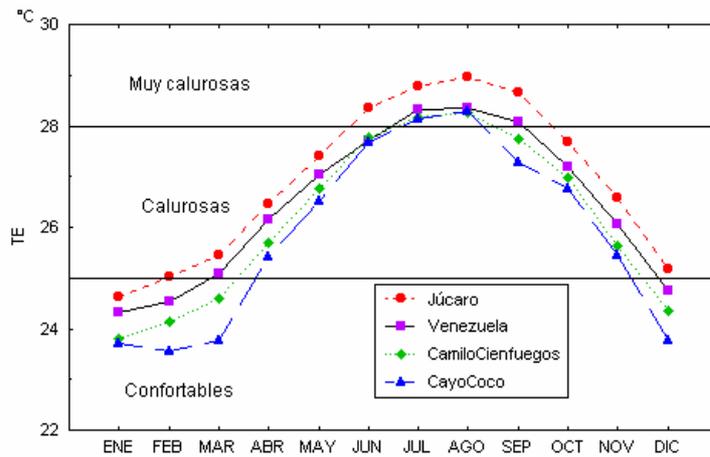


Fig. 3. Marcha anual de la TE a las 1300 horas. Período 1981-2000.

Para la TEE (Fig. 4), la situación a las 7 a.m. se presenta similar a la correspondiente a la TE a la misma hora, pero con magnitudes y sensaciones inferiores. En la marcha anual, nuevamente Cayo Coco presenta los valores más altos, donde a pesar de considerar el efecto del viento, no se alcanzan sensaciones frías en ningún mes, mientras que en julio, agosto y septiembre imperan las calurosas, como condición única en la provincia. Esto significa que, en este horario, la rapidez del viento no logra contrarrestar el efecto de las temperaturas más altas en la estación, por estar situada junto al mar y recibir un flujo más cálido, procedente directamente del océano.

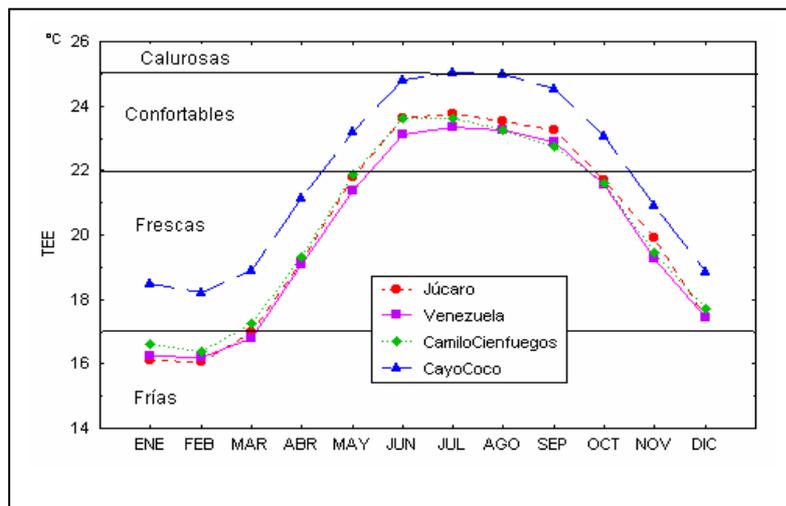


Fig. 4. Marcha anual de la TEE a las 7 a.m. Período 1981-2000.

A las 0700 horas, Júcaro, Venezuela y Camilo Cienfuegos presentan un comportamiento muy similar entre sí, con el predominio de sensaciones frías en el trimestre de enero – marzo, destacándose también febrero como el más frío de la temporada, según la TEE. En el resto de los meses predominan las sensaciones

frescas, que alcanzan la categoría de confortables en los meses más cálidos (junio – septiembre), con un comportamiento en forma de meseta.

A las 13 horas la distribución se invierte, Cayo Coco retoma la condición de estación más fresca que había alcanzado en la TE, con valores significativamente bajos en la TEE de diciembre a marzo. Júcaro se reafirma como la más calurosa en este horario, seguida muy de cerca por Venezuela a fines de la temporada invernal y comienzos del verano. Las sensaciones confortables abarcan desde noviembre hasta marzo, y en el resto de los meses se mantienen condiciones calurosas, que en Júcaro llegan a ser muy calurosas de julio a septiembre (Fig. 5).

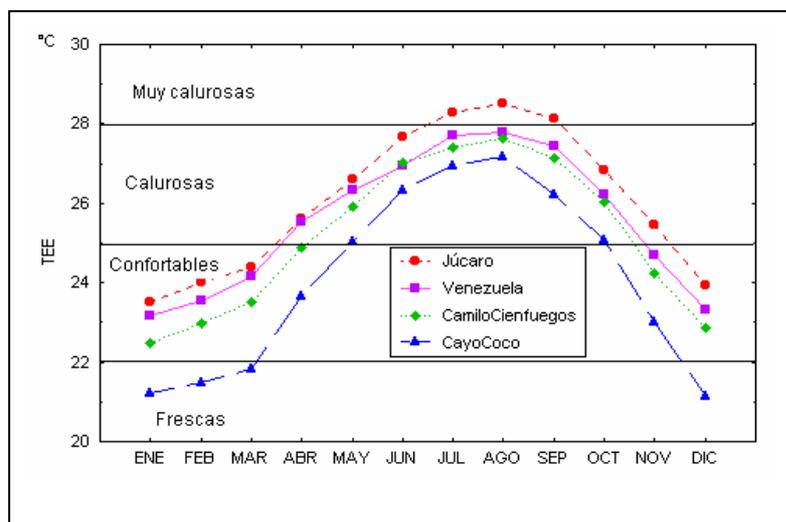


Fig. 5. Marcha anual de la TEE a las 1300 horas. Período 1981-2000.

Al mediodía, el gradiente de la TEE en la provincia se intensifica, adquiriendo una configuración similar a la de la TE, o sea, en dirección sur – norte. Independientemente de los valores de la temperatura del aire, en este horario la rapidez y dirección del viento pueden explicar el mencionado comportamiento, pues ambas contribuyen a refrescar el litoral de la cayería norte. Al sur, los bajos valores de velocidad del viento, junto al rumbo de donde sopla éste, unido a una humedad relativa elevada, aseguran el confort en los meses de invierno y deterioran el bienestar térmico en el verano.

### **Análisis de la frecuencia de las diferentes sensaciones térmicas.**

Según el análisis de frecuencia de la TE, febrero es el mes más frío del año en la provincia, a las 7 a.m. En la Fig. 6 que muestra la frecuencia de la TE para este mes

a la salida del sol, se observa un predominio de sensaciones frescas, incluso en Cayo Coco donde las confortables alcanzan casi el 40%. Sin embargo, en este mes se alcanzan los acumulados más altos de sensaciones muy frías y frías, que provocan la desaparición de las sensaciones confortables en Camilo Cienfuegos y Venezuela, en esta parte de la temporada. Cayo Coco resulta la menos fría, con la ausencia de sensaciones muy frías. Este comportamiento se ve favorecido por su condición de islote, donde los valores de temperatura y humedad resultan más altos por la influencia marítima.

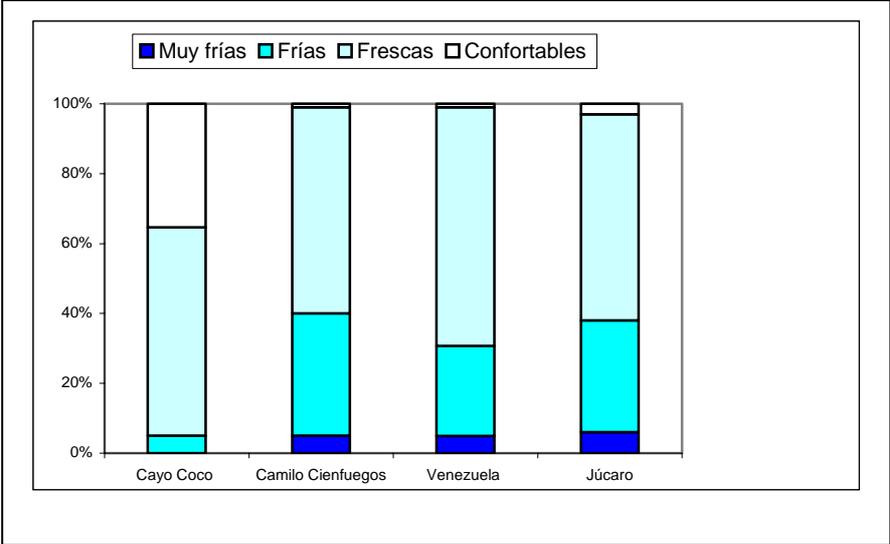


Fig. 6. Frecuencia de la TE en febrero a las 7 a.m. Período 1981- 2000.

En la TEE, la situación se presenta muy similar, también con un predominio de sensaciones frescas. Solo que los por cientos de frecuencias alcanzados por las sensaciones frías y muy frías aumentan considerablemente, llegando a ser predominantes para Júcaro y apareciendo un pequeño por ciento de las muy frías para Cayo Coco, que a su vez provocan una disminución considerable de sus condiciones confortables en este horario (Fig. 7).

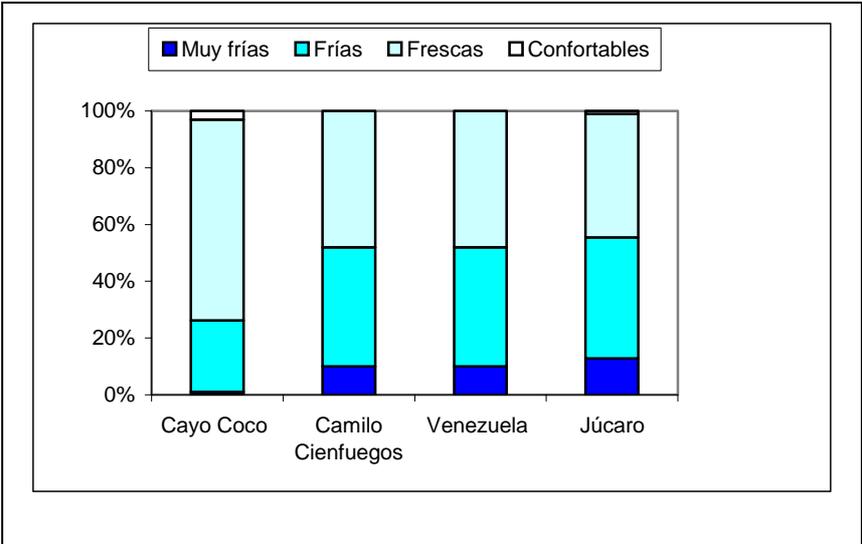


Fig. 7. Frecuencia de la TEE en febrero a las 7 a.m. Período 1981- 2000.

El comportamiento de este índice está influenciado por el aire frío proveniente de las masas de aire continentales, que afectan a la región en la temporada invernal y provocan, además, un descenso en las temperaturas mínimas. El flujo frío que invade la llanura de norte a sur, por no presentar ningún sistema orográfico que lo impida, hace que este descenso llegue hasta Venezuela y Júcaro. Es en esta última estación donde se observa la mayor frecuencia de sensaciones muy frías al amanecer, coincidiendo con los resultados de Lecha, Paz y Lapinel en 1994, donde se refirieron a una mayor probabilidad de temperaturas mínimas muy bajas para la costa sur de la provincia en este horario. El hecho de estar ubicada justo en la costa también aporta a dicho comportamiento, ya que la influencia que recibe del viento es mayor que en Venezuela y Camilo Cienfuegos.

En la Fig. 8, se pueden constatar los contrastes entre un horario y otro. Como era de esperar, al medio día aparece el intervalo caluroso por el comportamiento de la temperatura del aire en este horario. Para Cayo Coco y Júcaro la situación se invierte, se denota un aumento de las sensaciones frías para la primera respecto al resto del territorio, apareciendo únicamente en ella las sensaciones muy frías. Esta situación da lugar a que el predominio pase a ser de las sensaciones frescas, mientras que en el resto de las estaciones, imperan las confortables. Esta transición de confortable a frescas justo en este índice coincide con lo planteado por Leitsner en 1951, quien concluyó que la transición de “confortable” a “fresca”, ocurre en un rango de temperatura y viento determinados. A la inversa, Júcaro, que se destaca a la salida del sol por ser la más fría, sobresale a las 1300 horas por los mayores acumulados de sensaciones calurosas.

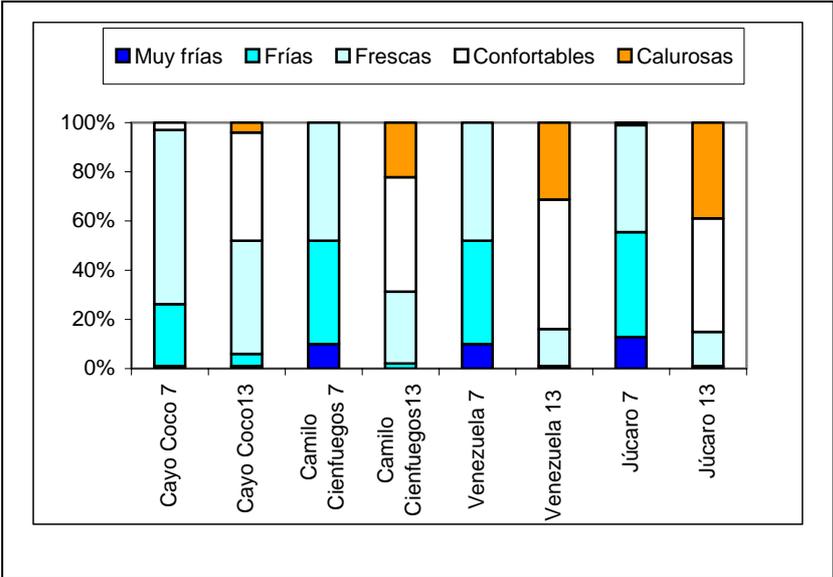


Fig. 8. Frecuencia de la TEE en febrero a las 7 a.m. y 1300 horas. Período 1981- 2000.

Otra característica interesante en la temporada invernal se presenta en el mes de noviembre. Es de destacar que al amanecer todavía están presentes las sensaciones calurosas, destacándose Cayo Coco, en la que todavía se observa un 20% de estas sensaciones. Al mediodía sobresale Júcaro con un acumulado del 15% de sensaciones muy calurosas, incluso para la TEE alcanza un 5 % de las mismas.

En la temporada de verano al amanecer, las condiciones son confortables para ambos índices en todo el territorio, salvo en Cayo Coco donde las sensaciones calurosas abarcaban el 91 % en la TE (Fig. 9). Sin embargo este comportamiento se atenúa ante la presencia de las brisas mañaneras (Fig. 10).

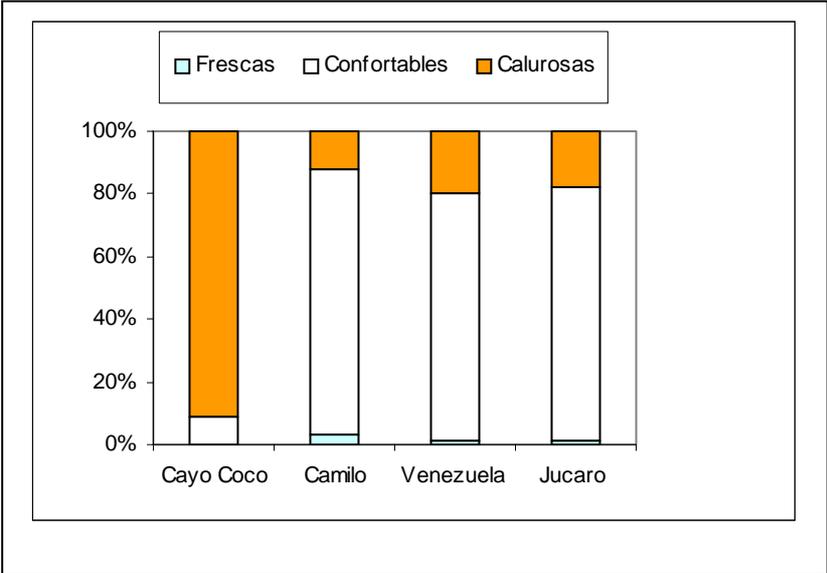


Fig. 9. Frecuencia de la TE en julio a las 7 a.m. Período 1981- 2000.

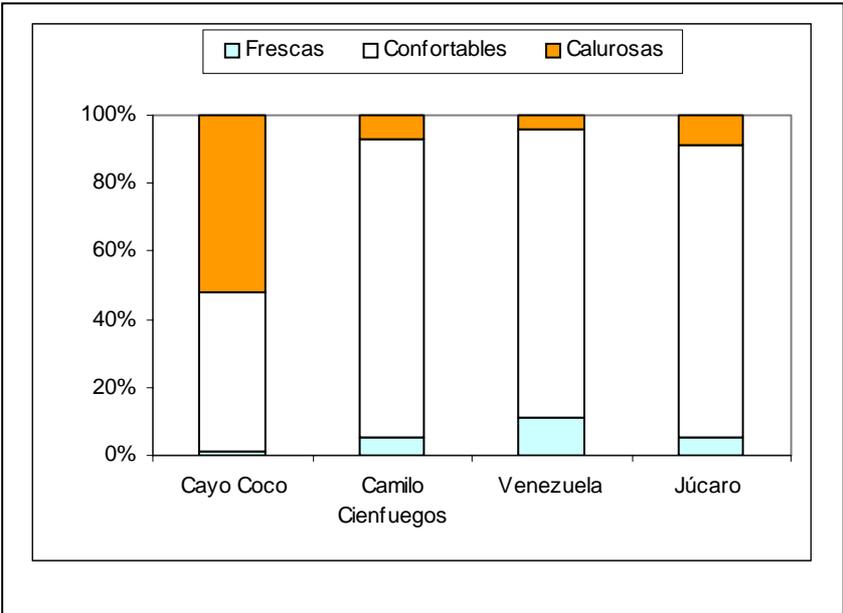


Fig. 10. Frecuencia de la TEE en julio a las 7 a.m. Período 1981- 2000.

En los mediodía de verano, el predominio pasa a ser de las sensaciones muy calurosas y calurosas desde junio hasta septiembre, para la TE y la TEE respectivamente, exceptuando Cayo Coco, donde solo prevalecen las calurosas al inicio y final del verano. En este islote, ocurre una disminución en los valores de la TEE a causa de la marcada influencia del viento, ya que según (Córdova, 2003), es en la costa norte donde ocurre el mayor reforzamiento del sistema local de brisas. Esta atenuante logra que dicho emplazamiento se distinga como el lugar menos caluroso en las tardes avileñas.

Aquí se destaca nuevamente Júcaro por los mayores por cientos de sensaciones muy calurosas para ambos índices durante toda la temporada. Este comportamiento está altamente influenciado por el calentamiento del agua marina debido a la poca profundidad de la plataforma insular en esta región del país y por los altos valores de humedad provenientes del mar, que se registran en las costas. A ello se le suman los altos por cientos de humedad resultantes de la alta inestabilidad atmosférica en esta época del año, provocada según (Pazos, 1998) por la línea de confluencia del flujo a mesoescala, que se localiza con mayor frecuencia en la mitad sur del territorio avileño. Además, cabe destacar los altos valores de insolación real que se reciben en las costas (Campos, en prensa). En el caso de la TEE, aunque justo en este horario ocurre la penetración de la brisa marina en la costa sur del territorio (Pazos, 1998), el período de invasión es muy corto, por lo que no consigue atenuar las condiciones antes mencionadas. Camilo Cienfuegos y Venezuela mantienen un comportamiento similar en este horario.

En la Fig. 11 se puede observar el comportamiento del mes de agosto, que resalta como el mes más caluroso de la temporada, con los mayores acumulados de sensaciones muy calurosas y una ausencia total de sensaciones confortables. Ante la acción refrescante del viento, las sensaciones muy calurosas experimentan una disminución, pasando a ser predominantes las calurosas en todos los emplazamientos, excepto en Júcaro donde aun con esta atenuante siguen dominando las muy calurosas.

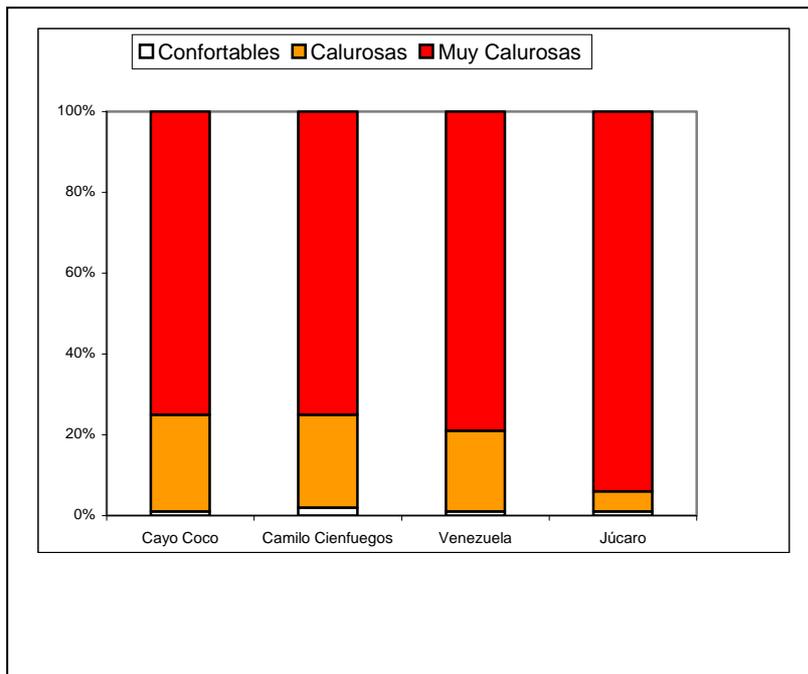


Fig. 11. Frecuencia de la TE en agosto a las 1300 horas. Período 1981-2000.

Es evidente que las sensaciones de extremo calor afectan con más frecuencia a la estación Júcaro, que se presenta como la más calurosa de la provincia al mediodía. No obstante, es en Cayo Coco donde la persistencia de las sensaciones calurosas, tanto en las mañanas como en las tardes de verano, impiden una recuperación efectiva del estrés térmico al cuerpo humano. Similares características fueron observadas en otras zonas costeras (Guevara, A. V., et. al. 1997). Esta situación pudiera afectar el mecanismo termorregulador de las personas, sin embargo, este emplazamiento cuenta con la constante influencia del viento proveniente del mar que atenúa dicha situación.

Los resultados encontrados en la estación Cayo Coco corroboran los obtenidos por (Matos y Batista, 2004) en una investigación sobre sensaciones térmicas en el destino turístico Jardines del Rey.

En resumen, se puede señalar que los índices analizados, mantuvieron en la temporada invernal un predominio de valores dentro de las sensaciones frescas, en todo el territorio a la salida del sol, destacándose el mes de febrero como el más frío de la temporada y las estaciones Júcaro y Camilo Cienfuegos como las más frías del territorio. Cayo Coco se presenta en este horario como la estación menos fría de la provincia, sin embargo, al mediodía pasa a ser la más fresca, cuando en el resto de los emplazamientos predominan las sensaciones confortables. Estas mismas

sensaciones predominan en los amaneceres del verano, excepto en Cayo Coco donde dominan las calurosas. Las tardes veraniegas, se mantuvieron calurosas desde el comienzo hasta el fin de la temporada, gracias a la atenuante del viento. Se destacan en esta temporada como las estaciones más calurosas, Cayo Coco en el horario de la mañana y Júcaro en la tarde.

### Evaluación de la estacionalidad de la TE y TEE en el períodos 1981-2000.

Una de los rasgos más importantes del clima en cualquier región o país es su comportamiento estacional, o sea, cómo y de qué manera varían sus elementos durante el transcurso del año. Por ello, y siguiendo la metodología planteada en el Capítulo 3, se determinaron los patrones estacionales de la TE y la TEE en la provincia (Fig. 12 a la 15)

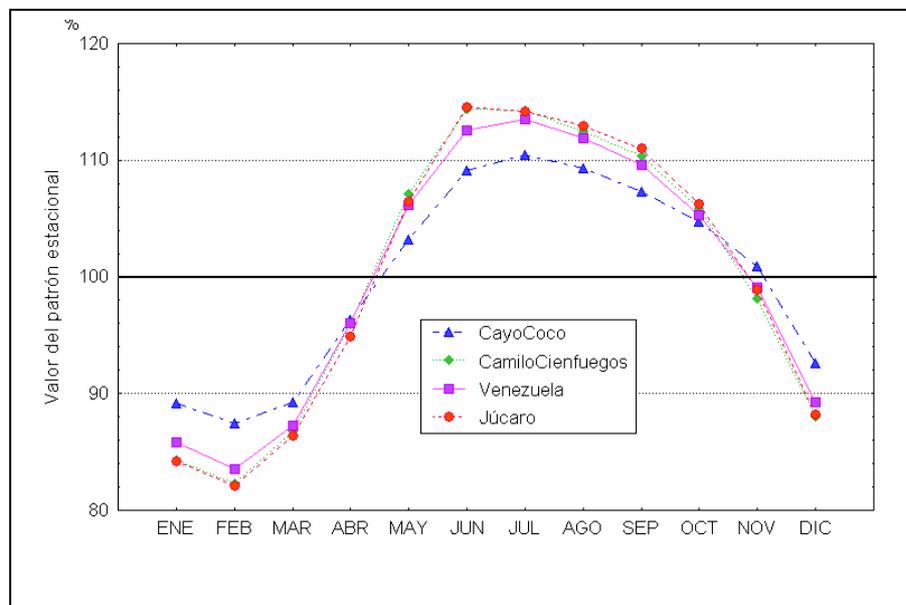


Fig. 12.  
Estacionalidad de la TE a las 7 a.m.  
Período 1981-2000.

En la figura anterior se pudo constatar que el patrón estacional de la TE a las 7 a.m., mantiene la misma estructura en todas las estaciones analizadas, pero se hace menos pronunciado en Cayo Coco. Los índices más altos se corresponden con los meses de verano, donde Camilo Cienfuegos y Júcaro alcanzan los máximos valores y Cayo Coco los más bajos. En los meses invernales y al inicio de la temporada de verano, se reportan los índices estacionales más bajos, destacándose en esta ocasión Júcaro y Camilo Cienfuegos por los más bajos y Cayo Coco por los más altos. El mes de noviembre de esta última estación, presenta altos índices, por lo que llega a incluirse en la temporada alta, de conjunto con los meses del verano.

Muy de cerca, la sigue Venezuela, donde estos valores se encuentran en el límite entre altos y bajos valores estacionales.

A las 13 horas (Fig. 13), la estacionalidad de la TE en la provincia es también muy parecida, al comparar todos los emplazamientos meteorológicos. La temporada de altos índices abarca los meses de mayo a octubre, coincidiendo con los meses de verano definidos por Lecha, Paz y Lapinel, 1994. Resulta interesante el hecho de que Cayo Coco presenta el patrón más contrastante a esta hora, comportamiento que pudiera parecer poco usual, dada la gran influencia marina que recibe, la cual modera la marcha de las variables involucradas en el índice. Sin embargo, hay que reconocer que, si bien la temperatura efectiva se mantiene al mediodía con valores relativamente bajos en esa estación durante todo el año, las diferencias entre los meses extremos es más marcada que en el resto de las estaciones del territorio, en las cuales la temperatura asciende a valores altos tanto en verano como en invierno. El resultado es, entonces, una estructura más acentuada hacia la cayería septentrional con mayor variación anual y más suavizada hacia el centro y sur de la provincia.

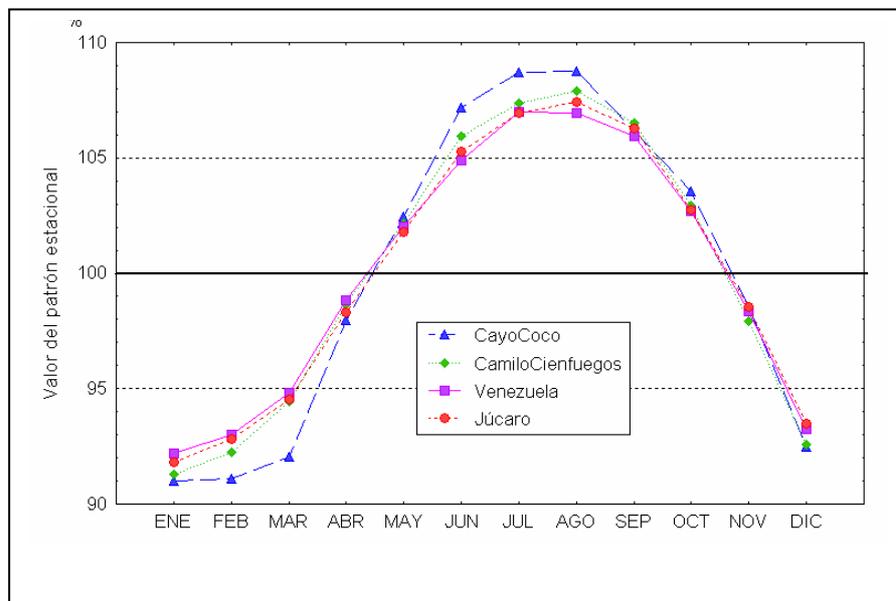


Fig. 13. Estacionalidad de la TE a las 1300 horas. Período 1981- 2000.

En cuanto al patrón estacional de la TEE a las 7 a.m., se observó un comportamiento muy similar para las cuatro estaciones, aunque más pronunciado que el de la TE. Se distingue Júcaro por presentar una profundización del mismo, alcanzando los valores más bajos de este en los primeros cuatro meses del año y

los valores más altos en el resto de los meses (Fig.14). También aquí los bajos valores se corresponden con los meses invernales y el inicio de la temporada de verano y los altos con el resto de los meses de verano.

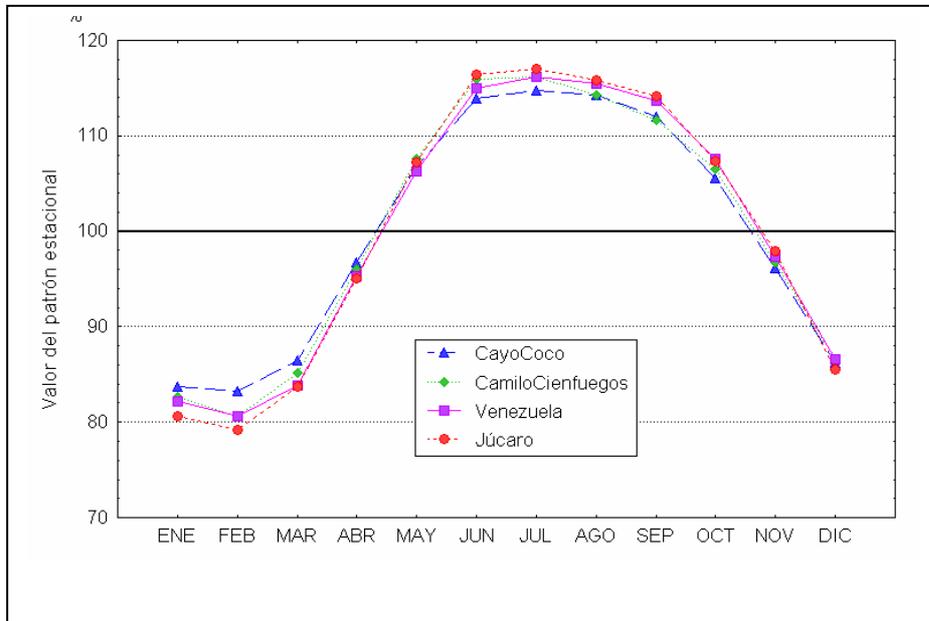


Fig. 14. Estacionalidad de la TEE a las 7 a.m. Período 1981- 2000.

En el horario de la tarde, nuevamente se observa una profundización en el patrón de Cayo Coco con respecto al resto de las estaciones, alcanzando los valores más bajos del patrón en los meses invernales y el inicio de la temporada de verano y los más altos dentro del resto del verano. Júcaro, Camilo Cienfuegos y Venezuela, por su parte, mantienen un patrón muy similar y menos pronunciado, sólo el mes de abril de Venezuela alcanza valores en la frontera entre los bajos y altos valores estacionales, seguida de cerca por Camilo Cienfuegos y Júcaro. (Fig. 15).

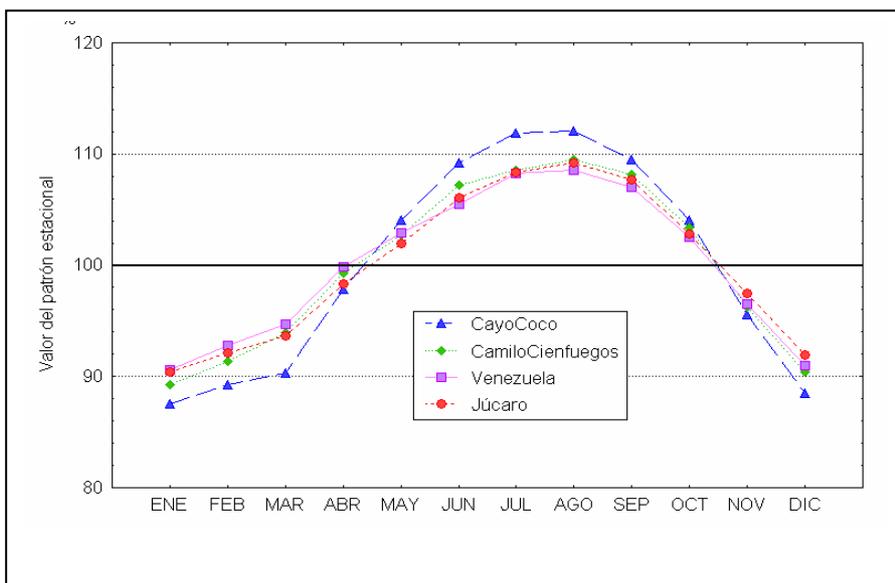


Fig. 15. Estacionalidad de la TEE a las 1300 horas. Período 1981- 2000.

En resumen, son entonces, Júcaro y Cayo Coco los emplazamientos con mayor estacionalidad dentro del territorio avileño, en los horarios de la mañana y la tarde respectivamente. Ambas muestran una visible profundización de sus patrones estacionales, con respecto al resto de los emplazamientos, distinguiéndose una marcada diferencia entre el verano y el invierno. Se debe señalar que Júcaro, además, se distingue por su contrastante diferencia entre los patrones de ambos horarios estudiados.

En general, se denota como se corresponden las características meteorológicas y los factores físico geográficos del territorio avileño, con el comportamiento de los índices bioclimáticos TE y TEE. La relación observada entre la marcha de la temperatura del aire y la de ambos índices, muestran el carácter predominante de esta variable en las sensaciones térmicas. Sin embargo, se debe señalar que la influencia del viento en el territorio tiene un peso considerable en el comportamiento de dichas sensaciones, hecho que coincide con los resultados encontrados en otros territorios, entre ellos los de Guevara, A. et. al. 2003.

### **Variabilidad de las sensaciones térmicas en la provincia Ciego de Ávila.**

#### **Análisis de Tendencia y punto de cambio.**

En el capítulo anterior se describieron las características fundamentales del comportamiento de la TE y la TEE en la provincia, para el período 1981 – 2000. Sin embargo, es de todos conocidos que el clima normalmente fluctúa dentro de ciertos límites, variando desde pequeñas a grandes escalas. Teniendo en cuenta dichas fluctuaciones y en aras de dar cumplimiento al segundo objetivo trazado en el trabajo, en este capítulo se analiza el comportamiento de la tendencia y los puntos de cambio de las series de ambos índices bioclimáticos a las 0700 y a las 13.00 horas, para las temporadas climáticas lluviosa o de “verano” (mayo a octubre); poco lluviosa o de “invierno” (noviembre a abril), y el período anual en cada una de las estaciones seleccionadas.

En la tabla resumen No.1 (Anexo), se puede observar que la tendencia de los índices estudiados, no se manifiesta de igual forma en todo el territorio avileño. De modo general, la TE muestra una tendencia creciente en todas las estaciones.

Júcaro sobresale por una tendencia altamente significativa al crecimiento en los dos horarios escogidos, en la temporada de verano y el período anual aún cuando en la temporada invernal a las 7 a.m. no se observa tendencia y al mediodía la tendencia al crecimiento es no significativo. Para este índice, las tendencias revelan una mayor significación en la temporada de verano y su efecto alcanza incluso el plazo anual. Si embargo, la temporada invernal se caracteriza por un predominio de no tendencia.

Por su parte, la TEE se comporta irregularmente, destacándose otra vez Júcaro, por la tendencia al incremento; y Cayo Coco, por la tendencia al decrecimiento de la misma, en todas las temporadas. Se observa un decrecimiento en las mañanas de invierno, cuya causa probable, pudiera estar asociada a un aumento en la rapidez del viento en algún período de la serie estudiada, si se tiene en cuenta que esta variable juega un importante papel en dicho índice bioclimático. En cuanto a Cayo Coco, por su parte, la corta longitud de las series analizadas es un criterio que puede incidir en la estabilidad de los resultados obtenidos, tema a corroborar cuando se disponga de datos durante un número mayor de años.

Al evaluar los resultados encontrados en el análisis de tendencia, se supuso la presencia de puntos de cambio significativos en las series de TE y TEE. En el análisis al respecto, aunque escasos, fueron encontrados puntos de cambios altamente significativos en el territorio. Los mismos se corresponden con el comportamiento de las tendencias y oscilan en un subperíodo que va desde 1986 hasta 1995. Se distingue Júcaro por la presencia de puntos de cambio altamente significativos en todas las temporadas, a las 13 horas de la TE y TEE, incluso a las 7 a.m., en el verano de la TE.

En la Fig. 16 se puede observar el comportamiento del estadígrafo de Mann-Kendal en sentido directo (en rojo) y en sentido inverso (en verde). La intersección de ambas curvas muestra el punto en cuya vecindad debe producirse el cambio en la tendencia de la TE. Este punto coincide con el año 1986, a partir del cual la tendencia es al crecimiento de dicho índice.

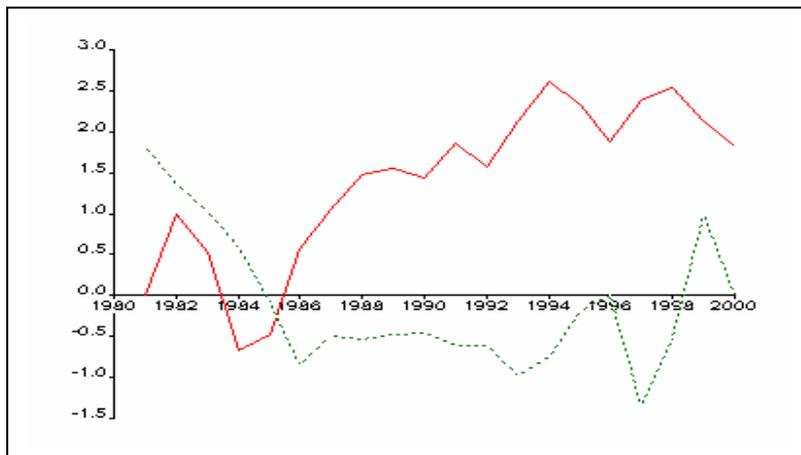


Fig. 16. Estación Júcaro. Estadígrafo de Mann-Kendall para la TE anual, a las 13 horas. Período 1981-2000.

La Fig. 17 representa el comportamiento del estadígrafo de Pettitt para la misma serie. La misma presenta una inflexión en la curva, que se corresponde con el punto de cambio indicado por el estadígrafo de Mann-Kendall (inverso y directo). Dicha correspondencia confirma la hipótesis de que este cambio es significativo al 5 y al 10 %, y que desde el año 1986 la TE adoptó una tendencia creciente.

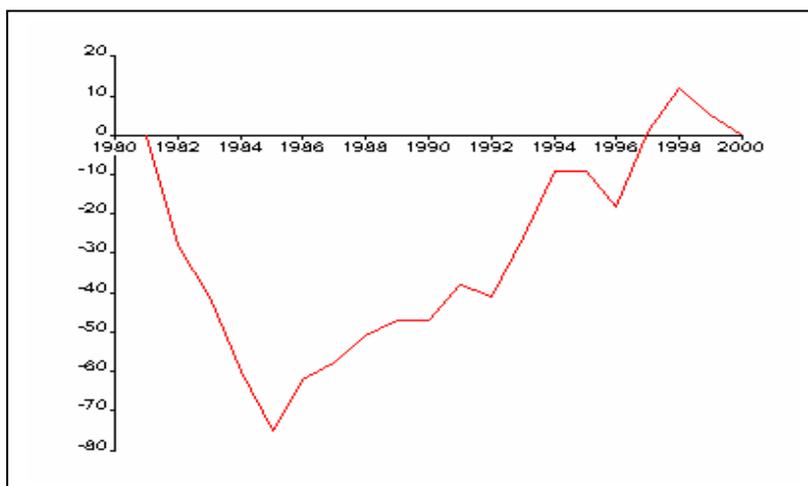


Fig. 17. Estación Júcaro. Estadígrafo de Pettitt para la TE anual, a las 13 horas. Período 1981-2000.

**Comparación entre el comportamiento de los índices bioclimáticos en el período 1981-1990, (línea base) y 1991-2000, (período estudiado).**

**Estudio de las medias mensuales de TE y TEE en ambos períodos.**

Con el propósito de verificar la significación de los puntos de cambios encontrados en el epígrafe anterior, se compararon las marchas anuales de los índices TE y TEE, durante 1981-1990 y 1991-2000. En el horario de la mañana, se observa un incremento en los valores medios de la TE a inicios del verano del período de estudio, sobre todo en el mes de junio, respecto a la línea base. Solo en los meses

de febrero y marzo se denota un decrecimiento de los valores en todas las estaciones del territorio (Fig. 18). Esta misma característica fue encontrada para la TEE, incluyendo los meses de noviembre, diciembre y enero, con una disminución del índice (Fig. 19).

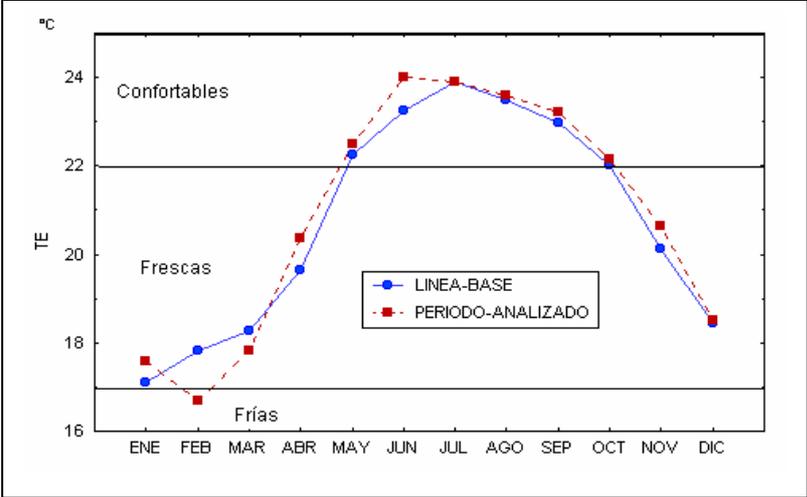


Fig. 18. Marcha anual de la TE a las 7 a.m. Período 1981-1990 y 1991-2000. Estación Camilo Cienfuegos.

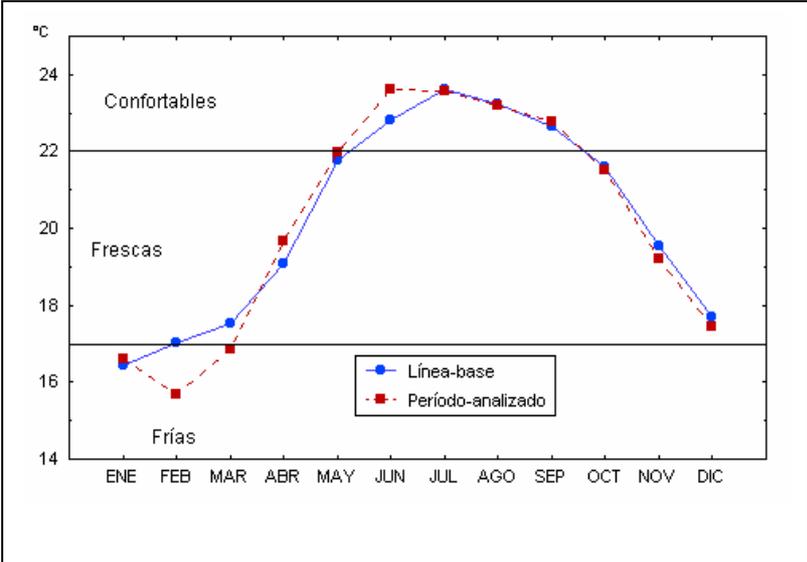


Fig. 19. Marcha anual de la TEE a las 0700 horas. Período 1981-1990 y 1991-2000. Estación Camilo Cienfuegos.

A las 13 horas, el comportamiento de estas marchas muestra un discreto aumento de los dos índices en el período de estudio, al compararlo con la línea base. Se observa un marcado incremento en la TE y TEE, en el mes de abril, para todos los emplazamientos del territorio; y una disminución de los valores medios de la TE en el mes de febrero, para las estaciones de Camilo Cienfuegos y Venezuela. En la Fig. 20 se muestra el comportamiento de los valores medios de la TEE en la estación Júcaro a las 1300 horas, por considerarse la más representativa en cuanto al

aumento de sus valores durante el período 1991-2000. Este hecho se corresponde con los resultados encontrados en el análisis de tendencia y puntos de cambio.

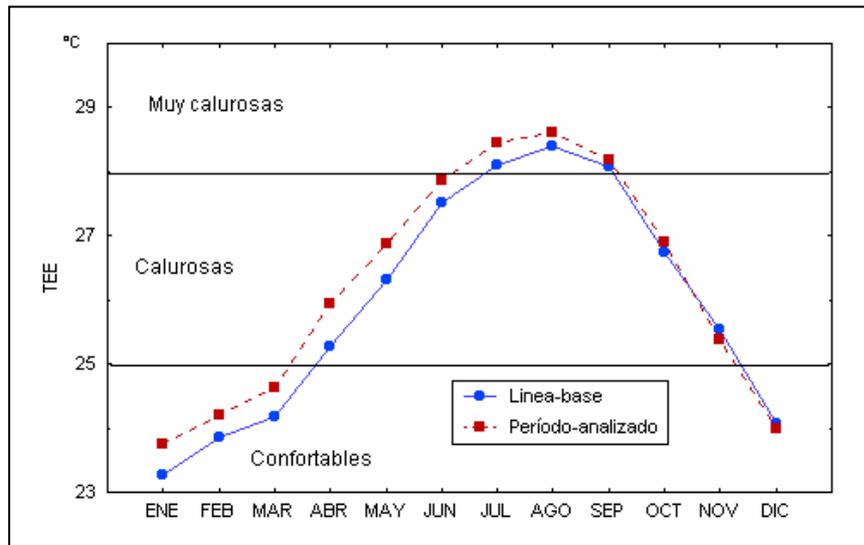


Fig. 20. Marcha anual de la TEE a las 1300 horas. Período 1981-1990 y 1991-2000. Estación Júcaro.

La significación estadística de los cambios encontrados en las marchas anuales de la TE y TEE, fue probada a través del método de las décimas de diferencias de medias. Al analizar los resultados obtenidos fueron escasos, los cambios altamente significativos. No obstante muy significativo resultó el decrecimiento de los valores medios de TE y TEE en la estación Camilo Cienfuegos, en el mes de febrero, a las 7 a.m. Significativo también, resultó el incremento de los valores medios de TE en el mes de abril del período 1991-2000, en las estaciones Venezuela y Júcaro a las 7 a.m. Al mediodía se destaca Júcaro por el significativo crecimiento de los valores de ambos índices, en el mes antes mencionado.

En el caso de Cayo Coco, se debe señalar que, de haber sido posible establecer una comparación entre las medias de la serie analizada con un período anterior, los resultados confirmarían la tendencia al decrecimiento altamente significativo observado para la TEE en las mañanas de invierno. Este planteamiento se basa en el hecho de haber encontrado un punto de cambio muy significativo en el año 95, en las mañanas invernales de esta estación en el período de estudio.

Los hallazgos encontrados en este epígrafe conllevan a señalar que, tanto en el invierno como en el verano, en el territorio avileño se han experimentado cambios dentro del período 1891-2000. En el decenio 1991-2000 las mañanas de la

temporada invernal comenzaron a comportarse más frías, sobre todo al norte de la provincia. En el caso de la temporada de verano, sus características aparecieron con cierto adelanto en los últimos diez años del siglo XX, con un incremento de los valores medios de los índices, respecto a la línea base, haciéndose cada vez más calurosos al sur del territorio.

### **Análisis de las frecuencias de sensaciones térmicas en los períodos 1981-1990 y 1991-2000.**

Al comparar el comportamiento de las sensaciones térmicas entre ambos períodos, se encontró que la temporada invernal del período de estudio se comportó irregularmente, respecto a la línea base. A inicios de la misma y correspondiéndose con la salida del Sol, las sensaciones frías para la TE, alcanzan sólo pequeños porcentajes en el mes de noviembre del período 1991-2000. En horas del mediodía se observa un incremento de las sensaciones muy calurosas para ambos índices en el período 1991-2000 (Fig. 21), incremento que se mantuvo para las sensaciones calurosas en todo el invierno, exceptuando los meses de diciembre y febrero.

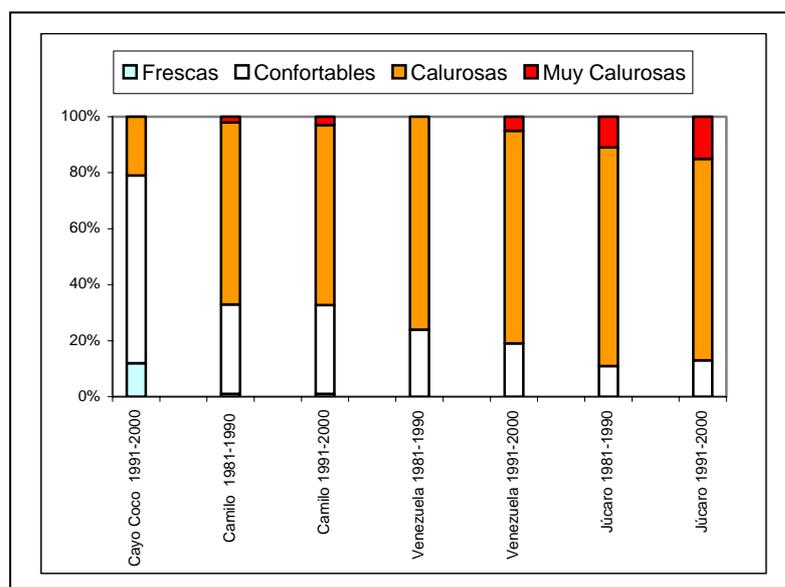


Fig. 21. Frecuencia de la TE en noviembre a las 1300 horas. Períodos 1981- 1990 y 1991-2000.

La irregularidad en la manifestación de las sensaciones frías y muy frías en el horario de la mañana del período de estudio fue, en gran medida, la responsable del comportamiento irregular de la temporada invernal. En las Fig. 22 y 23, que muestran el comportamiento de ambos índices en el mes de febrero, se denota un aumento (entre el 10 y 20 % de las frecuencias de sensaciones frías y muy frías) en todas las estaciones, respecto al período 1981-1990. El incremento de estas

sensaciones extremas en febrero, para todos los emplazamientos, se corresponde con una marcada disminución de los valores de temperatura en este mes, en el período de estudio. En el período 1991-2000, la estación Camilo Cienfuegos se destaca como la más fría del territorio, seguida muy de cerca por Júcaro.

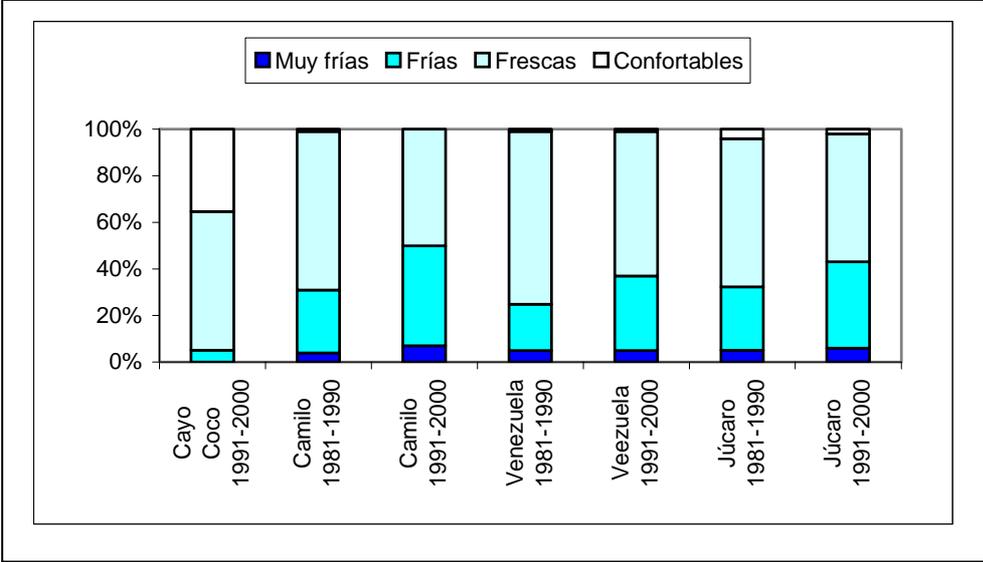


Fig. 22. Frecuencia de la TE en febrero a las 0700 horas. Períodos 1981- 1990 y 1991-2000.

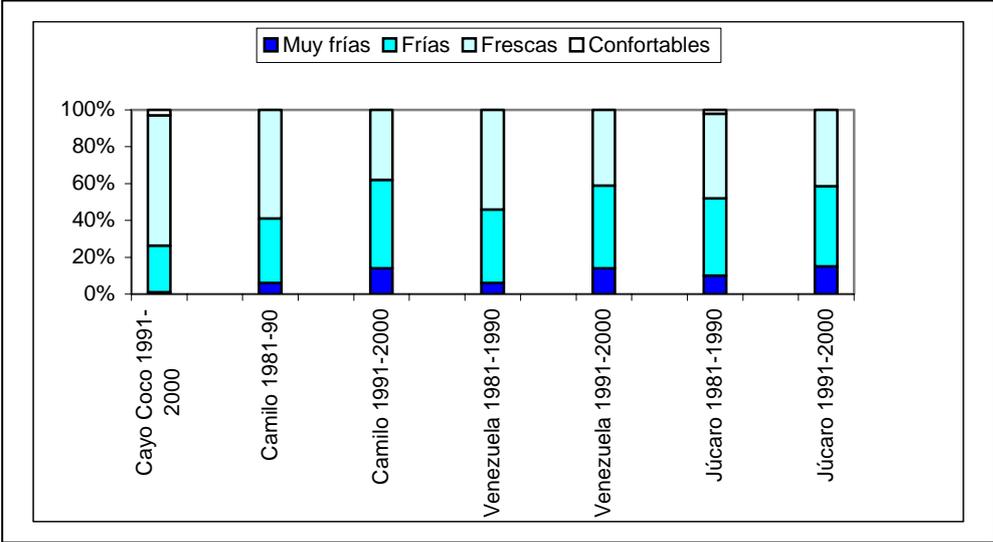


Fig. 23. Frecuencia de la TEE en febrero a las 0700 horas. Períodos 1981- 1990 y 1991-2000.

A la salida del sol, para la TEE se denota un incremento de las sensaciones frías y muy frías en toda la temporada invernal. Este hecho se corresponde con el aumento en la rapidez del viento, encontrado al comparar los valores medios de esta variable, en ambos períodos. Además, corrobora la hipótesis esbozada en el epígrafe 5.1, en cuanto a un posible incremento en la velocidad del viento para el período 1991-2000.

En el período de estudio, el verano se caracterizó por una temprana llegada de las sensaciones calurosas y muy calurosas, respecto a la línea base, haciéndose a su vez más cálido según ambos índices. A inicios de la temporada, comienzan a aparecer las sensaciones calurosas para la TE en los amaneceres del mes de abril, en las estaciones Cayo Coco y Júcaro (Fig. 24). Incluso, las sensaciones muy calurosas se reportan desde los mediodía de marzo en Júcaro para la TE, y desde abril en la TEE. Cayo Coco se exceptúa de sensaciones muy calurosas a esta hora, por la inversión antes señalada, dando paso a que se destaque Júcaro como la más cálida, con los mayores por cientos de sensaciones calurosas y muy calurosas (Fig. 25).

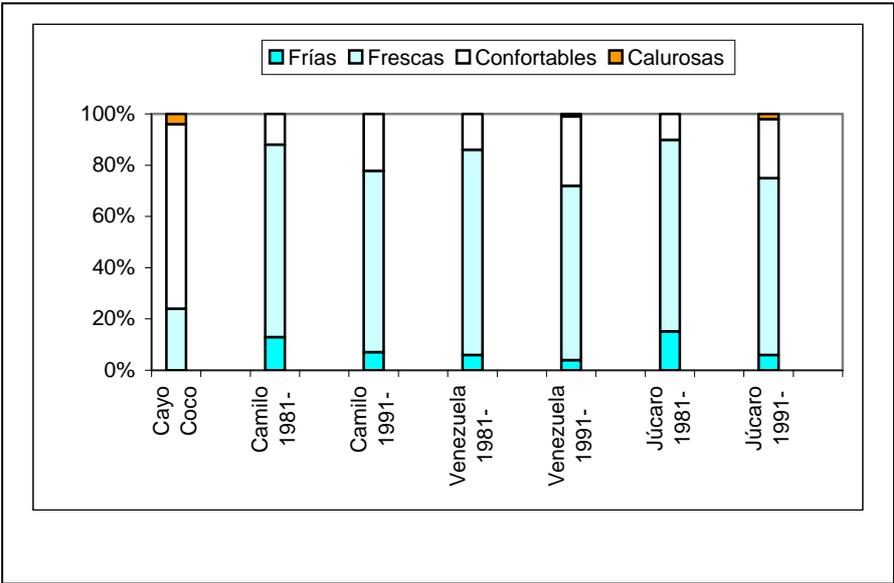


Fig. 24. Frecuencia de la TE en abril a las 0700 horas. Períodos 1981-1990 y 1991-2000.

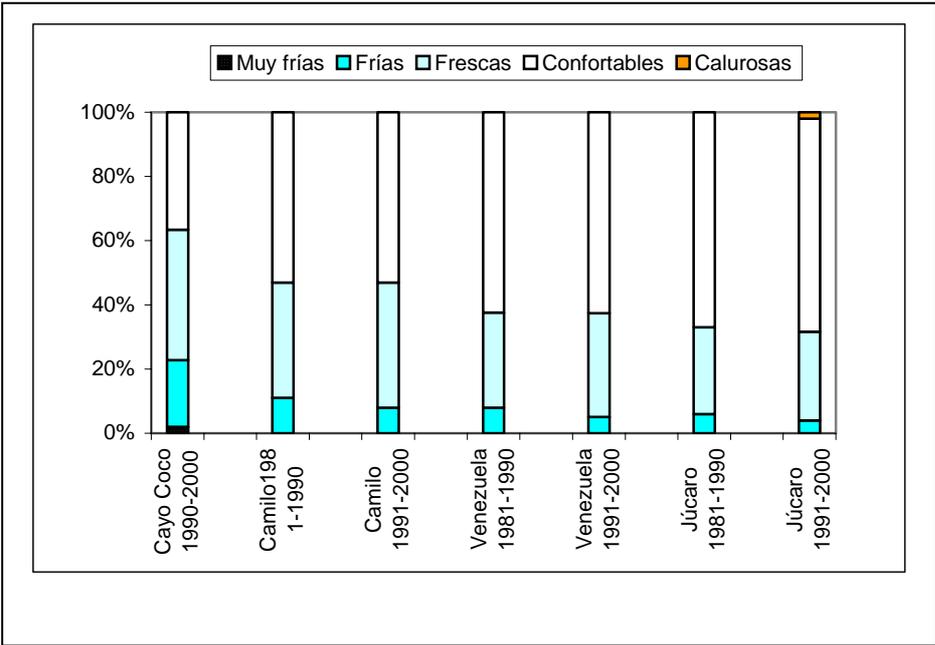


Fig. 25. Frecuencia de la TE en marzo a las 1300 horas. Períodos 1981-1990 y 1991-2000.

En el resto de la temporada, se reporta un discreto aumento de las sensaciones calurosas y muy calurosas en el período de estudio para los dos índices bioclimáticos. Este aumento fluctúa entre el 5 y el 10 %, en los dos horarios seleccionados, respectivamente. Al amanecer, inclusive con la influencia del viento, se deja ver un aumento de las sensaciones calurosas, destacándose nuevamente Cayo Coco por sus altos valores en esta categoría (Fig. 26). Sin embargo, es justamente en este emplazamiento donde las tardes de los meses con más altas temperaturas, resultan las menos calurosas. El mes de julio y la estación Júcaro, resultaron los más representativos en cuanto al incremento en los valores de las sensaciones extremas, al comparar los períodos seleccionados (Fig. 27).

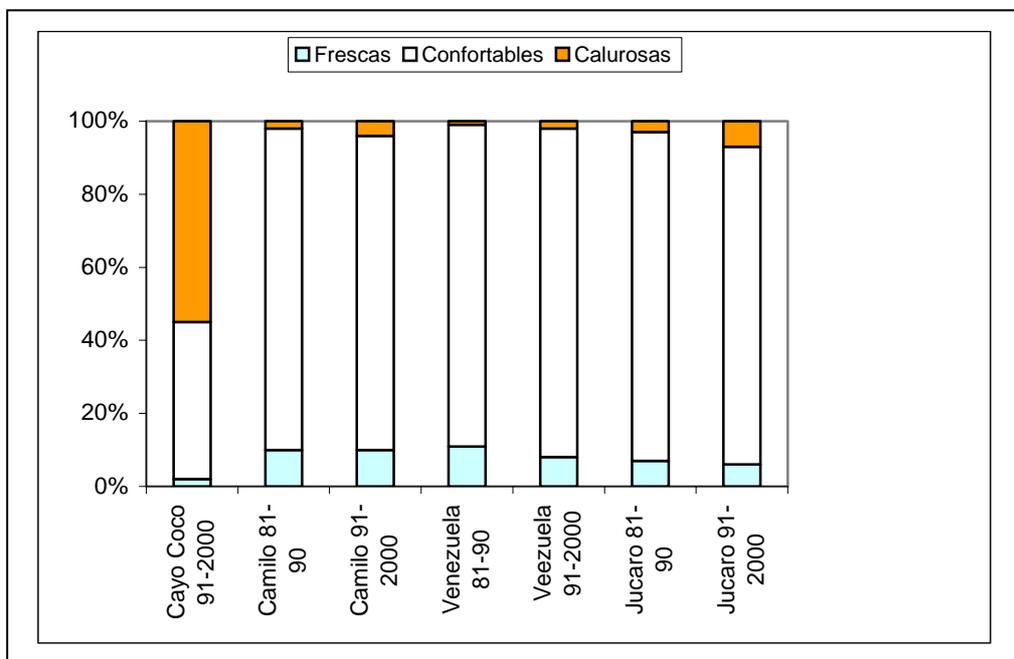


Fig. 26. Frecuencia de la TEE en agosto a las 0700 horas. Períodos 1981- 1990 y 1991-2000.

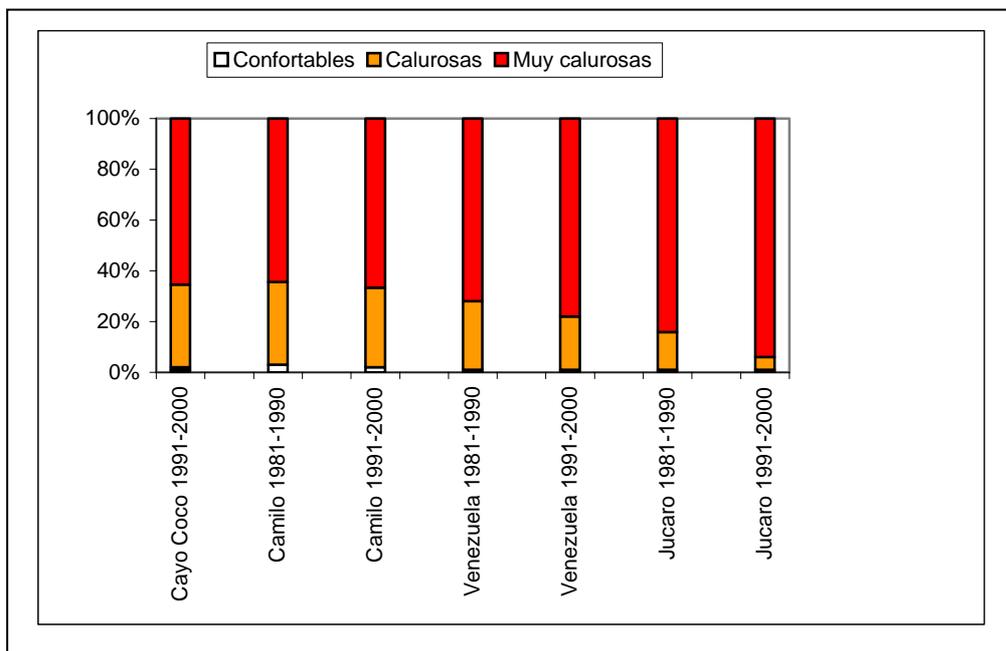


Fig. 27. Frecuencia de la TE en julio a las 1300 horas. Períodos 1981- 1990 y 1991-2000.

Ante la imposibilidad de comparar la serie de Cayo Coco con su línea base, por la ausencia de datos, se comparó su serie 1991-2000 con las de igual período de los emplazamientos restantes. Los resultados de este proceder coinciden con los encontrados en el capítulo 4, lo que corrobora el hecho de que es en Cayo Coco donde se dan las condiciones más propicias para la aparición de situaciones de estrés térmico continuado, a causa de la persistencia de sensaciones calurosas durante todo el día.

Para resumir este epígrafe se debe señalar que en el período de estudio, la disminución en los valores de TEE en febrero, hacen que las sensaciones predominantes en el mismo sean las extremas (frías y muy frías). Incluso, en Camilo Cienfuegos al amanecer prevalecen estas sensaciones para ambos índices. Por otra parte las sensaciones calurosas extremas experimentaron un adelanto en su aparición respecto al decenio anterior, y mostraron un discreto incremento en los índices estudiados desde inicios hasta el final de la temporada, destacándose por este comportamiento la estación Júcaro.

### **5.2.3. Evaluación de la estacionalidad de la TE y TEE en los períodos 1981-1990 y 1991-2000.**

Se estableció una comparación entre los patrones estacionales de los índices bioclimáticos estudiados, para los dos períodos considerados, y en los horarios seleccionados. En general, se observó una pequeña variación entre los patrones estacionales en ambos plazos, en todas las estaciones meteorológicas. Esta variación se hizo más notable en el horario de la mañana.

Analizando la TE, se encontró que el período 1991-2000 la misma experimentó una disminución de los índices estacionales en las mañanas de invierno, específicamente de diciembre a marzo (Fig. 28). Se destaca el mes de febrero por valores más bajos respecto al período de línea base. En el resto de los emplazamientos, es posible advertir un comportamiento similar.

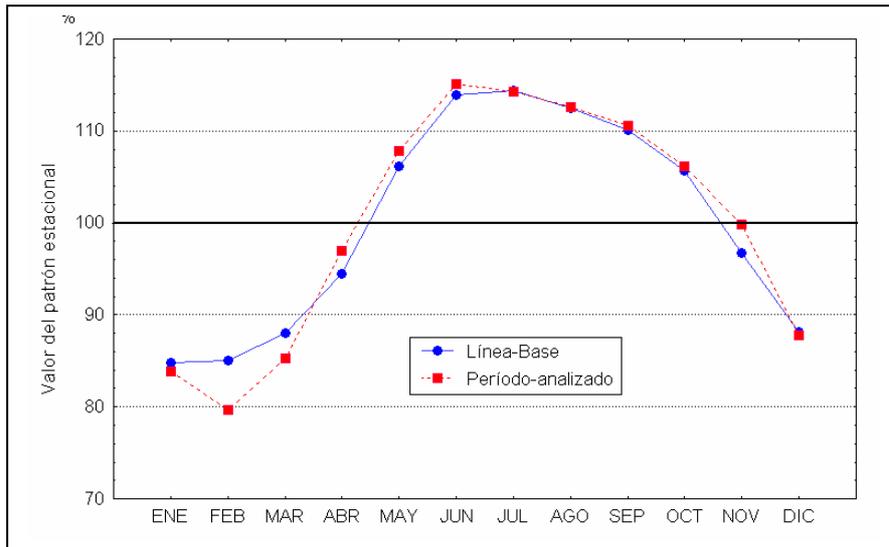


Fig. 28.  
Estacionalidad de la TE a las 0700 horas.

Período 1981-1990 y 1991- 2000.

Estación Camilo Cienfuegos.

Sin embargo, estos valores se mostraron ligeramente por encima de los correspondientes a la línea base desde abril hasta junio, siendo muy similares de julio a septiembre y volviendo a incrementarse en noviembre. Incluso, en este último mes los valores se encuentran en el límite entre altos y bajos índices estacionales, resaltando Venezuela y Cayo Coco, donde pasan de una categoría a otra (Fig. 29 y 30).

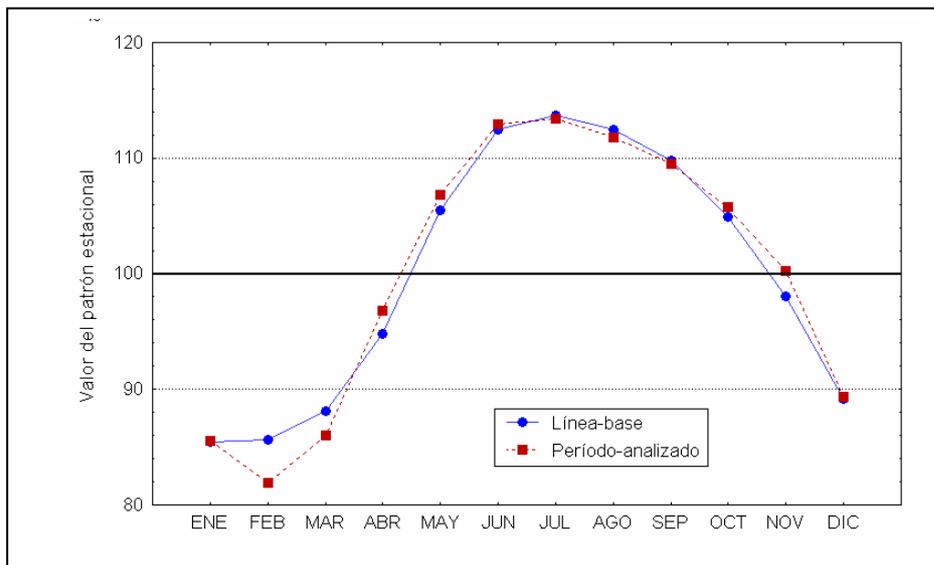


Fig. 29.  
Estacionalidad de la TE a las 0700 horas.

Período 1981-1990 y 1991-2000.

Estación Venezuela.

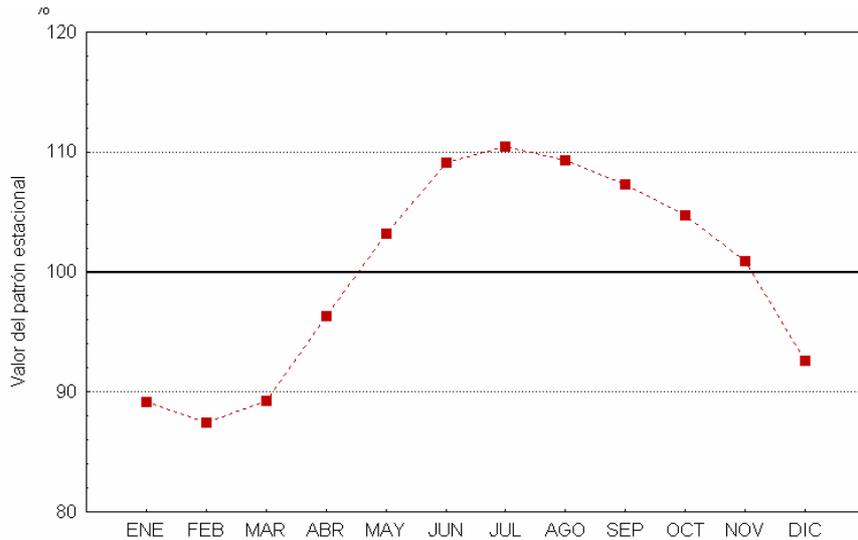


Fig. 30.  
Estacionalidad de la TE a las 0700 horas.  
Período 1991-2000.  
Estación Cayo Coco.

En el horario de la tarde, los valores de este índice son muy similares para ambos períodos, sólo se denota un pequeño incremento del mismo a inicios del verano, en abril y mayo (Fig. 31). En el mes de febrero del período de estudio, se observa un pequeño decrecimiento del índice para todos los emplazamientos, en este horario.

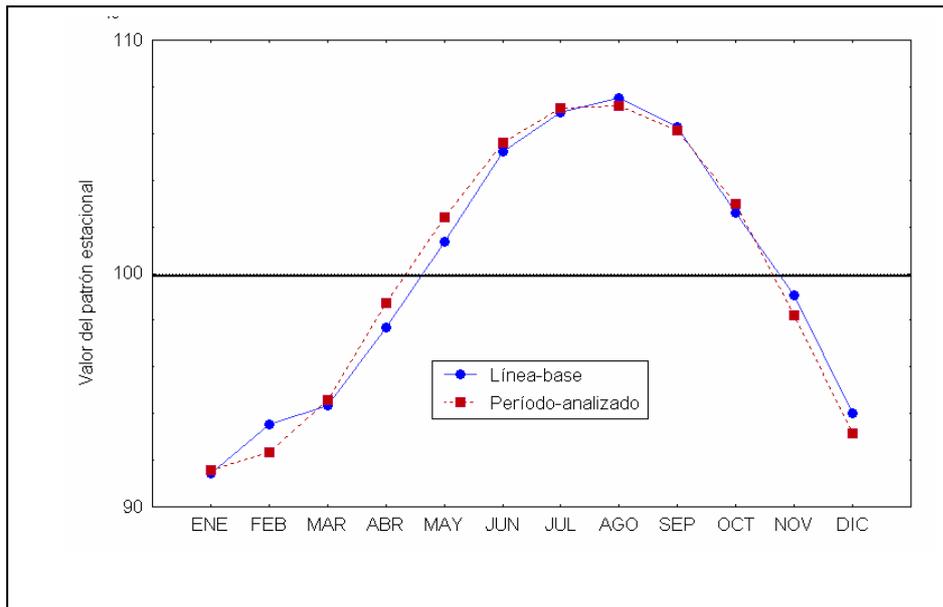


Fig. 31.  
Estacionalidad de la TE a las 1300 horas.  
Período 1981-1990 y 1991-2000.  
Estación Júcaro.

La TEE, por su parte; mantuvo un comportamiento bastante similar al de la TE, en ambos horarios, distinguiéndose el mes de abril por acercarse al límite entre las épocas de bajos y altos índices estacionales en las localidades. Incluso en la estación de Venezuela, los límites se trasgreden, quedando finalmente abril en la época altos índices estacionales (Fig. 32).

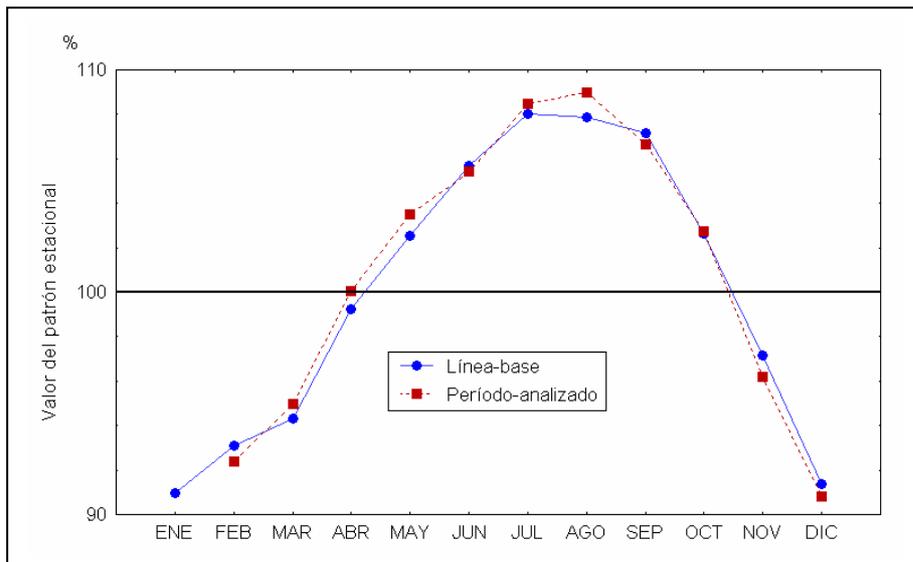


Fig. 32.  
Estacionalidad de la TEE a las 1300 horas.

Período 1981-1990 y 1991-2000.

Estación Venezuela.

El conjunto de resultados alcanzados en este capítulo, permiten señalar que en la provincia Ciego de Ávila el clima se ha tornado más extremo en el período 1991-2000. Se distinguen en él ciertas variaciones en el comportamiento de las temporadas de invierno y verano. En esta última, las sensaciones de extremo calor marcaron su aparición con un mes de adelanto, y a su vez, manifestaron un discreto incremento respecto al período línea base. Cabe destacar que este cambio se hace más significativo en la porción sur del territorio. Por su parte en la temporada invernal, las sensaciones frías y muy frías experimentaron un incremento en las mañanas invernales, distinguiéndose el mes de febrero como el más frío dentro de ella. Esta nuevo comportamiento del invierno avileño, se agudizó en la parte norte de la provincia. Estos resultados se corresponden con las conclusiones señaladas en el informe Variaciones y Cambios del Clima en Cuba (Centella, A. et. al. 1997), en cuanto a la variabilidad climática en el país.

La tendencia al incremento de la TE y en general de la TEE en el período de estudio, se corresponde con el moderado aumento experimentado por la temperatura del aire en la provincia. Este incremento, que se hace más significativo a las 7 a.m., concuerda con el aumento de las temperaturas mínimas, señalado en el informe Variaciones y Cambios del Clima en Cuba (Centella, A. et. al. 1997). Por otra parte, el peculiar decrecimiento de la TEE en la temporada invernal a la salida del sol, responde a un incremento en la rapidez del viento para este período. Al caso individual del mes de febrero, se le atribuye la marcada disminución de la

temperatura del aire en este mes. Se debe señalar que las variaciones observadas en el clima de la región en el período de estudio probablemente estén asociadas, además, a fenómenos de la circulación atmosférica, a escala sinóptica y a variaciones en el régimen de radiación solar, entre otros factores los que será preciso estudiar con profundidad para esclarecer las causas de este comportamiento.

Al comparar los resultados encontrados en esta investigación con los obtenidos en similar trabajo para las provincias habaneras (León, A. et. al. 2003), se observó que existe una correspondencia en sentido general. En ambas provincias los valores medios mensuales de TE y TEE, en el período de estudio, estuvieron por encima del período línea base, coincidiendo con el incremento de las temperaturas encontrado en este período. Sin embargo, se debe destacar que, en el territorio avileño, el aumento altamente significativo de ambos índices se registró sólo a inicios de la temporada de verano, específicamente en el mes de abril, mientras que para las provincias habaneras los incrementos se destacaron en los meses de julio, agosto y septiembre. Además, para Ciego de Ávila, se distingue en este período una tendencia al decrecimiento del índice TEE en las mañanas de invierno. Este comportamiento difiere del encontrado en provincias habaneras, donde la disminución en los valores del viento provoca una tendencia al crecimiento de dicho índice.

## **CONCLUSIONES**

- Desde el punto de vista de las sensaciones térmicas prevalecientes, la provincia Ciego de Ávila muestra condiciones propias de una llanura cálida, donde el verano se identifica por mediodías calurosos; y el invierno, por amaneceres frescos. No obstante, a la salida del sol de la temporada veraniega y en las tardes invernales, predominan las sensaciones confortables, al igual que en los meses de transición entre el invierno y el verano y viceversa.
- Cayo Coco se distingue como la estación menos fría en las mañanas de invierno y menos calurosa en las tardes de verano. Sin embargo sobresale como la más calurosa en las mañanas veraniegas y la más fresca en las tardes invernales.
- Júcaro se presenta como la estación más contrastante en el comportamiento de las diferentes sensaciones térmicas, por lo que se considera la estación menos

confortable en la provincia. En el invierno a la salida del sol, sobresale como la más fría del territorio y en las tardes de verano como la más calurosa.

➤ Entre la década de los 80 y los 90 del siglo pasado, los cambios más significativos en las condiciones bioclimáticas de la provincia de Ciego de Ávila coinciden con las observadas en otras regiones del país en algunos horarios pero poseen características locales, propias del territorio estudiado. Ellos son:

- En la temporada invernal, las sensaciones frías y muy frías experimentaron un incremento en las mañanas. A diferencia del período línea base, febrero se comporta como el mes más frío de la temporada, en todo el territorio avileño.

- La temporada de verano en el decenio 1991-2000, comenzó más temprano y se mantuvo más calurosa respecto al período de línea base. Las sensaciones extremas adelantaron su aparición para el mes de abril, alcanzando acumulados más altos y retardando su retirada.

## **RECOMENDACIONES**

❖ Profundizar en el estudio de las sensaciones térmicas en la provincia Ciego de Ávila, con el uso de otros índices bioclimáticos, como complejos de variables meteorológicas o de los componentes de la ecuación de balance de calor del cuerpo humano.

❖ Realizar una investigación sobre las influencias de los principales factores formadores del clima, con el fin de esclarecer las causas de la variabilidad bioclimática observada en el territorio.

❖ Extender este estudio para el resto de los horarios, con el fin de poder evaluar el comportamiento de las sensaciones térmicas durante todo el día.

❖ Extender el presente estudio a otras provincias, especialmente a las orientales, con el objetivo de caracterizar esta parte del territorio nacional y poder, más tarde, establecer una comparación entre los resultados encontrados en las distintas regiones país.

❖ Tomar como referencia los resultados obtenidos, con vistas a su aplicación a las distintas actividades que se realizan a diario, en diferentes sectores del territorio avileño (la salud pública, el turismo, el deporte, el urbanismo, las construcciones, el medio laboral, e incluso en la toma de decisiones en aras del ahorro de energía).

## BIBLIOGRAFÍA

- Atlas Climático de Cuba. Tomo I. Instituto de Meteorología de la Academia de Ciencias de Cuba y el Instituto de Geodesia y Cartografía. La Habana, 1987. 210 pp.
- Álvarez, R. et. al. (2000): Informe del resultado 01303011: Análisis de los cambios en los patrones de dispersión de contaminantes, del potencial eólico energético y algunas variables meteorológicas debido a la variabilidad climática y sus aplicaciones. Instituto de Meteorología. CITMA. (Inédito).
- Amaro, L. et. al. (2003). Proyecto GEF - PNUD: Acciones prioritarias para consolidar la protección de la biodiversidad en el ESC. Tarea 1. Estudio y caracterización de la humedad relativa y el viento en el ESC durante el período 1991-2001. Comportamiento de la línea base. Ciudad de la Habana. pp. 36.
- Bútieva, I. V., Ilichiova, E. M. y Kornilova, R. P. (1984): Régimen de tiempo y sensación térmica del hombre en diferentes zonas naturales de la URSS en el período cálido del año. Materiales de Investigaciones Meteorológicas, 8: Moscú, pp. 74- 81.
- Barranco, G. (1989): Mapas de condiciones climáticas para la vida de la población. Nuevo Atlas Nacional de Cuba. Instituto de Geografía de Cuba, Instituto Cubano de Geodesia y Cartografía. Academia de Ciencias de Cuba. La Habana. Sección Clima. pp. VI.4.3. (Inédito).
- Cansado, E. (1968): Introducción a la Estadística. Edición Revolucionaria. La Habana, 1966, pp. 335 – 361.
- Centella, A. (1985): Estudio del comportamiento de varios índices bioclimáticos en la provincia de Matanzas. Facultad de Geografía. Universidad de la Habana. Trabajo de Diploma. 35 pp. (Inédito).
- Centella, A. et. al. (1997): Variaciones y cambios del clima en Cuba. Instituto de Meteorología. 61 pp. (Inédito).
- Córdova, G. O. (2003): Comportamiento de los días con tormentas en la provincia de Ciego de Ávila. Análisis sinóptico para su predicción. Tesis en opción al título de Master en Ciencias Meteorológicas. La Habana, 69 pp.
- Guevara, A. V., A. León. y J. Vidaillet. (1990): Frecuencias de las sensaciones térmicas en Cuba sobre la base de la temperatura efectiva equivalente (TEE). VIII Jornada Científica del Instituto de Meteorología, La Habana. (Inédito).
- Guevara, A. V., A. León, P. L. Ortiz, M. E. Seguí y S. Díaz. (1996): Variabilidad climática mensual y asma bronquial pediátrica en La Habana, Cuba. IX Congreso Meteorológico Brasileño, Nov. 1996. (Memorias del Congreso).
- Guevara, A. V., A. Campos, A. León. (1997): Algunos elementos del potencial climático de Cuba en relación con el mejoramiento de las condiciones bioclimáticas

en las edificaciones. IV Congreso Iberoamericano sobre el Medio Ambiente. (CIMA'97), Dic. 1997. Caracas, Venezuela.

- Guevara, A. V., P. L. Ortiz, A. León, M. E. Seguí, S. L. Díaz. (1999): Infecciones respiratorias agudas (IRA) y variabilidad climática mensual en la Habana. Revista Cubana de Meteorología, Vol. 6, número 1, pp. 52-56.

- Guevara, A. V., M. Limia y A. León (2001): Efectos del cambio climático global sobre algunas ciudades de Cuba. En: Los asentamientos humanos, el uso de la tierra y los cambios globales en Cuba. Informe Final del Proyecto 01304089. Programa nacional "Los cambios globales y la evolución del medio ambiente cubano". Instituto de Planificación Física. La Habana. (Inédito).

- Gutiérrez Domech, R. y G. Rivero, (1999): Regiones naturales de la isla de Cuba. Editorial Científico - Técnica. Ciudad de la Habana, Cuba. pp. 55-57.

- Hentschel, G. (1987): A human biometeorology classification of climate for large and local scales, p. 120-138. En: Climate and Human Health. Proceedings of the Symposium in Leningrad. Vol. I. WCAP No. 1, 247 pp.

- Hougten, F. and Yaglou, C. (1923): Determining lines of equal comfort. Trans. Amer. Soc. Heat Vent. Engrs., No. 29, 163 pp.

- Landsberg, H. (1972): The assessment of human bioclimate. Technical Note No. 123. WMO No. 331. Geneva, Switzerland.

- Lecha, L. B. (1984); Principales peculiaridades del clima en la región central de Cuba. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Meteorológicas. La Habana. 153 pp.

- Lecha, L. B. et. al. (1989): Tipificación del régimen térmico del aire en Cuba. Revista Cubana de Meteorología. 1 (2). pp. 34-41.

- Lecha, L. B. y A. Florido. (1989): Principales características del régimen térmico del archipiélago cubano. Editorial Academia. La Habana. 56 pp.

- Lecha, L. B. et. al. (1989): Efectos de la tipología arquitectónica en el microclima urbano. Simposio de Física Ambiental. La Habana. 29 de noviembre- 1 de diciembre. (Inédito).

- Lecha, L. B. (1989): El complejo temperatura del aire – rapidez del viento. Arquitectura y urbanismo. Vol. X. No. 1. ISPJAE. Ciudad de la Habana.

- Lecha, L. B. (1992): Estudio bioclimático de la provincia Cienfuegos. Editorial Academia, La Habana, 1993.

- Lecha, L. B., L. R. Paz y B. Lapinel. (1994): El clima de Cuba. Editorial Academia, La Habana 1994. 186 pp.

- León, A. (1988): Las sensaciones de calor en el occidente de Cuba. Trabajo de Diploma. Facultad de Geografía. Universidad de la Habana. pp. 28. (Inédito).

- Nieves, M. E., G. Pririlipko y J. D. Vidaillet. (1988): La temperatura efectiva, la temperatura efectiva equivalente y el calor sofocante en Ciudad de la Habana. (Inédito).
- Mateos, I. e Iñiguez L. (1980): Geografía Física de Cuba. Componentes naturales y paisajes geográficos. Facultad de Geografía, Universidad de la Habana, 252 pp.
- Matos, F y L. M. Batista. (2004): Las sensaciones térmicas en el destino turístico Jardines del Rey, Cuba. Sus aplicaciones a la salud, el termalismo y la recreación. Memorias de Trópico 2004. pp. 12.
- Mather, J. (1974): Climatology fundamentals and applications. Mc Graw - Hill Book Company. New York. pp 412.
- Mellado, E. y I. Borrajero. (1997): Software Winstat (programa para el cálculo de Índices y Tendencias en series temporales. Versión 2.0 - Beta). Instituto de Meteorología. La Habana. (comunicación personal).
- Missenard, F. (1948): Etude physiologique et technique de la ventilation. Librairie de Enseignement technique. París.
- Moya, B. (2003): Uso del recurso natural Clima en el manejo integrado del turismo. Tesis en opción al título de Master en Ciencias Meteorológicas. Matanzas, 117 pp.
- Ostle, B. (1974): Estadística aplicada. Editorial Científico - Técnica. Ciudad de la Habana.
- Osorio, M., D. Vidaillet y A. León. (1984): La temperatura efectiva equivalente en Cuba. Ciencias de la Tierra y el Espacio. Editorial Academia. La Habana. 9 pp.
- Osorio, M. et, al. (1989): Mapas de bienestar térmico sobre la base de la temperatura efectiva equivalente. Nuevo Atlas Nacional de Cuba. Instituto de Geografía de Cuba, Instituto Cubano de Geodesia y Cartografía. Academia de Ciencias de Cuba. La Habana. Sección Clima. pp. VI.4.2.
- Osorio, M., D. Vidaillet, A. León et. al. (1989): Perdida general de calor por las vías respiratorias, asociadas al comportamiento de las variables meteorológicas. Revista Cubana de Meteorología. Vol. 2, No. 1, pp. 6-11.
- Osorio, M., R. Esperón, A. León, et. al. (1991): Meteorología y bienestar turístico de Varadero. Revista Cubana de Meteorología. Volumen 4, No. 1, pp. 47-51.
- Osorio, M., D. Vidaillet, A. León. (1992): Factores meteorológicos relacionados con el estado calorífico del hombre. Revista Cubana de Meteorología. Vol. 5, No. 1, pp. 25.
- Pazos, C. (1998): Análisis sinóptico estadístico del viento en Cuba y la ocurrencia de brisas marinas y tormentas locales severas en la provincia Ciego de Ávila. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Meteorológicas. Ciego de Ávila. 36 pp.

- Portela, M. A., A. V. Guevara y A. León. (2000). Cálculo y terminología de las sensaciones térmicas en el pronóstico diario del tiempo para Cuba. Revista Cubana de Meteorología. Volumen 7, No. 1, pp. 30-33.
- Paz. L. R. (1987): El complejo temperatura - humedad relativa del aire en las condiciones climatológicas de Cuba y sus aplicaciones. Instituto de Meteorología. Academia de Ciencias de Cuba. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Meteorológicas. 143 pp.
- Peter Höpper. (1999): The physiological equivalent temperature - a universal index for the biometeorological assessment of the thermal environment. Int J Biometeorol (1999). 43:71-75 pp. ISB 1999.
- Rotschen. (1996): Compendio de apuntes sobre instrumentos meteorológicos para la formación del personal meteorológico de las clases III y IV. Vol. 1. OMM - No. 622. Secretaria de la Organización Meteorológica Mundial. Ginebra. Suiza.
- Sánchez, A., et. al. (1999): Características climáticas y bioclimáticas de Cayo Levisa, Pinar del Río, Cuba. (Inédito).
- Sánchez de Carmona, L. (1984): Confort humano en ciudades de clima tropical. Conferencia Técnica sobre Climatología Urbana y sus aplicaciones con especial referencia a las zonas tropicales. Ciudad de México, 26-30 noviembre, 93 pp.
- Smith, K. (1975): Principles of applied climatology. Mc. Graw - Hill Book Company. London.
- Sneyers, R. (1975): Sur l'analyse statistique des series d'observation. Note technique No. 143. OMM – No. 15, pp. 1-15.
- Steadman, R. G. (1994): Norms of apparent temperature in Australia. Australian Meteorological Magazine. Vol. 43, No. 1, pp. 1-16.
- Terjung, W. (1968): World patterns of the distribution of the monthly com fort index. Int. J. Biomet. No. 12, pp. 119-51.
- Thom, E. (1959): The discomfort index. Weatherwise. No. 12, pp. 57-60.
- Vannitsem, S. y Demaree, G. (1991): Détection et modélisation des sécheresses au Sahel. Hydrologie Continentale, Vol. 6, No. 2, pp. 155-171.

Índice bioclima.	Temporada	Tendencia de las variables				Puntos de cambio (año)			
		Cayo Coco	Venezuela	Júcaro	Camilo Cienfuegos	Cayo Coco	Venezuela	Júcaro	Camilo Cienfuegos
Temp. Efectiva	Anual 07	•	as ↑	as ↑	ns ↑		87 as	90	
	Anual 13	ns ↓	ns ↑	10% ↑	ns ↑			86 as	
	Invierno 07	•	ns ↑	•	•		88 10%		
	Invierno 13	ns ↓	•	ns ↑	•			87 10%	
	Verano 07	ns ↑	10% ↑	as ↑	as ↑			95 10%	87 10%
	Verano 13	•	ns ↑	as ↑	ns ↑			86 as	
Temp. Efectiva Equiv.	Anual 07	ns ↓	•	ns ↑	•				
	Anual 13	ns ↓	•	10% ↑	•			86 as	
	Invierno 07	as ↓	ns ↓	ns ↓	ns ↓	95 as			
	Invierno 13	10% ↓	ns ↓	ns ↑	•			87 10%	
	Verano 07	•	•	ns ↑	Ns ↑				
	Verano 13	ns ↓	•	10% ↑	ns ↑			86 as	

## **ANEXO.**

Tabla 1. Tendencias y puntos de cambio de las series de temperatura efectiva y temperatura efectiva equivalente en las estaciones seleccionadas. Período 1981-2000.

Leyenda: as: tendencia altamente significativa.

•: No hay tendencia.

**ns**: tendencia no significativa.

**10%**: tendencia significativa al nivel de significación de 0.10

↓↑: sentido de la tendencia (creciente o decreciente).

**Número que acompaña al punto de cambio**: última dos cifras del año en que se sitúa el punto de cambio.