

# EVALUACIÓN DE LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA SEGÚN LA CLASIFICACIÓN DE KÖPPEN

Teresa López Deulofeu\*

José Palacio Morales \*

Aida Campos Mazorra \*\*

(\*) Grupo de investigaciones Hidroclimatología y Manejo de Cuencas, Facultad de Geografía, Universidad de La Habana, ([tlopez@geo.uh.cu](mailto:tlopez@geo.uh.cu))

(\*\*) Centro Nacional del Clima. Instituto de Meteorología. CITMA.

[idacampos@yahoo.com](mailto:idacampos@yahoo.com)

## RESUMEN

La vulnerabilidad de las sociedades actuales ante los fenómenos meteorológicos y climáticos condiciona el gran interés que se le presta hoy a la variabilidad climática, esta constituye una compleja interacción entre los diferentes componentes del sistema climático, de ahí que cualquier cambio que se produzca en un componente, actuará o redundará en la variación de las condiciones climáticas.

El presente trabajo trata de encontrar la variabilidad que ha sufrido el clima en Cuba desde la óptica de la clasificación de Köppen. Otros autores han incursionado en el uso de los indicadores de esta clasificación y han obtenido buenos resultados, así lo han aplicado E Katsiambirtas, en 1987, en Namibia, y J. A. Ruíz Corral en Jalisco, México.

Utilizando el método propuesto por el primer autor mencionado, se llevó a cabo el estudio del comportamiento de la variabilidad climática, para saber si era efectiva o no su uso en nuestro país. Para ello se seleccionaron tres estaciones de la costa sur de oriente perteneciente a la red estaciones meteorológicas del Instituto de Meteorología: Punta de Maisí, Guantánamo y Gran Piedra.

Evaluated los indicadores dados por Köppen y algunas modificaciones hechas a la clasificación se logró obtener una clasificación climática para cada año en cada una de las estaciones seleccionadas y con esta información se analizó la variabilidad climática para cada estación y en general para la parte sur de las provincias orientales. Como resultado esencial se obtuvo que a partir de la clasificación de Köppen, es factible encontrar la variabilidad climática en Cuba, por lo que se puede extender su estudio al resto del país.

Palabras claves: Variabilidad climática, clasificación de clima, indicadores.

## **2.- INTRODUCCION**

La variabilidad climática se puede medir tomando en cuenta las desviaciones de los valores de los elementos climáticos respecto a la norma climática, para las variables continuas (temperatura, humedad, presión, etcétera). Tomando en cuenta las normas recomendadas por la Organización Meteorológica Mundial (O.M.M), se tomó para este estudio las series de datos cercanas o mayores a los 30 años que establece dicha organización. Es posible también considerar la variabilidad del clima no sólo de un año a otro, sino en grupos de años, unos con respecto a los demás.

La variabilidad climática ha sido estudiada en Cuba y en el ámbito internacional a partir de diferentes enfoques, a través del tiempo, múltiples métodos se han utilizado y todavía en la actualidad son empleados. Los más conocidos son: los métodos históricos, métodos paleoclimáticos, técnicas estadísticas, entre otros. Una variante, cuyo uso se ha sido frecuente, es la utilización de índices o clasificaciones climáticas en la evaluación operativa de la variabilidad del clima en una localidad, región o país. En esta dirección, resultan dignos de mencionar los trabajos de Lapinel (2003) con el uso de índices de aridez en el monitoreo de la sequía.

Un ejemplo muy interesante, y que quizás sea el antecedente directo de este trabajo, es el presentado por Katsiambirtas (1987) en Namibia con el empleo de la Clasificación Climática de Köppen (1936) en esta, dicho autor encontró que el sistema de clasificación podía ser aplicado claramente a la detección de la variabilidad del clima en las condiciones semidesérticas del suroccidente de África.

También esta última modalidad ha sido empleada por Ruiz Corral, J.A. (2004), que utilizó la clasificación de Köppen, modificada por García (1973), con el fin de determinar el efecto de las variaciones de la temperatura y la precipitación en los últimos 27 años de 38 localidades ubicadas en el interior del estado de Jalisco, México. Particularmente este enfoque nunca se ha empleado en Cuba, por lo que este trabajo se dedica a despejar la interrogante acerca de la posibilidad de aplicarlo en nuestro país, a pesar de que las características tropicales húmedas de su clima, con una variabilidad relativamente pequeña en las condiciones climáticas, contrasta con las regiones geográficas donde se ha aplicado el método de la clasificación de Köppen.

### **3.- MATERIALES Y MÉTODOS.**

Para realizar este estudio se seleccionó una zona del país, que presentan grandes contrastes en sus condiciones físico-geográficas tales como: el relieve, la geología, la orientación y exposición de la región montañosa. En esta región del territorio nacional se cuenta con las siguientes estaciones meteorológicas ubicadas en; Cabo Cruz, Guantánamo, Caimanera, Gran Piedra y Punta de Maisí. Los datos climatológicos de las estaciones meteorológicas de Caimanera y Cabo Cruz presentaban interrupciones en las series, por lo que no fue posible utilizarlas para nuestro trabajo. Se seleccionaron las estaciones de: Guantánamo, Gran Piedra y Punta de Maisí, ellas son representativas para área aproximadamente 30 Km<sup>2</sup>.

Las variables climáticas utilizadas se tomaron del Archivo del Centro Nacional del Clima del Instituto de Meteorología y fueron la temperatura media anual (°C) y la precipitación mínima y máxima mensual en el año (mm). En la tabla 1 se presentan las ubicaciones geográficas de las estaciones seleccionadas y el período de datos climáticos tomados.

**Tabla 1. Estaciones meteorológicas y período de datos climáticos seleccionados.**

Estación	Latitud	Longitud	Altura sobre el NMM (m)	Período de datos
----------	---------	----------	-------------------------	------------------

Guantánamo	20° 08' N	75° 14' W	55.06	1981-2002
Gran Piedra	20° 02' N	75° 38'	920.0	1971-2002
Punta de Maisí	20° 15' N	74° 09'	10.3	1960-2002

Confeccionada por los autores.

Partiendo de que las estaciones meteorológicas escogidas son representativas de la mayor parte de la región de estudio, se le aplicó a las series de datos a utilizar los criterios de validación y control de calidad basados en el análisis gráfico de la información y el cálculo de los estadígrafos fundamentales de cada variable. Para el procesamiento de la información climática se utilizaron los programas STATISTICA System 5.5 for Windows y Microsoft Excel.

La clasificación climática de Köppen se basa en el uso de índices que se obtienen a través de fórmulas climáticas que utilizan las variables climáticas tales como; temperatura media mensual y anual, precipitación total, precipitación mínima mensual, precipitación máxima mensual

Según Köppen los climas se pueden clasificar en:

**A - Climas tropicales**

**Af** - sin estación seca (selva tropical)  
(Estepa.)

**Aw** - Estación seca en invierno. (Sabana tropical).

**Am** - Estación seca corta (Monzón)

**C - Climas Templados (Mesotérmicos)**

**Cf**- sin estación seca

**Cw**- con invierno seco.

**Cs**- con verano seco

**B – Climas Secos**

**BS**- Semiárido, semidesierto

**BW**- Arido, Desierto

**E - Clima Polar**

**ET**- de hielo y tundra

**EF**- hielos perpetuos

## D- Climas de bosques y nieves (microtermáles)

## H- Climas de balturas

**Df-** Bosque frío sin estación seca

**Dw-** Bosque frío con estación seca.

Para aplicar las formulas de Köppen se partió de que en la zona de estudio los climas resultantes debías ser Aw, Am, BS, BW y Cw y no otros. Después se fue a la aplicación de las fórmulas climáticas utilizados por Copen, es decir, para delimitar los climas A de los B se utilizó la ecuación:  $k=2*t+28$ , dicha expresión se emplea en los lugares donde existe una época de menor precipitación ( período seco) y otra con mayor cantidad de lluvia ( Período de lluvia), este es el caso de Cuba. En la ecuación **t grados celsius**, es la temperatura media anual y **k** el el valor del índice que podría llamarse de aridez.

Llamaremos a la precipitación total anual en milímetros= **R** (De cualquier estación meteorológica), y la comparamos con el valor de **k**, para saber si esa cantidad de lluvia satisface a la temperatura del lugar. Para saber si un clima es A y B se plantea:

Si  $R < k$ , entonces el clima es B; de lo contrario sería A.

En caso de que fuera B para conocer si es BS o BW, se plantea lo siguiente:

$R < k/2$  el clima es de estepa (BS).

$R > k/2$  el clima es de desierto (BW).

Para diferenciar el Am del Aw se utilizó la siguiente fórmula:

$r < 100-R/25$  donde r es la precipitación mensual mínima y R la anual. Si la condición anterior es verdadera el clima es Aw si no es Am.

Se omitió la presencia de climas Af pues para esto, es necesario que r sea mayor de 60 mm y estos valores no son alcanzados en el mes menos lluvioso del año en la zona de estudio.

Para poder determinar la existencia de un clima Cw es necesario que la temperatura media del mes más frío este por debajo de los 18°C y que mes más seco del invierno sea 1/10 o menos que la lluvia del mes más lluvioso del verano. Los valores de temperatura y precipitación con que se cuentan nos arrojo que la única posibilidad es la existencia del clima Cw,

Se pudo obtener además del grupo, tipo, un subtipo del Cw, que indica la temperatura del verano, para esto, se indica con la letra b minúscula después de la w, si el mes más cálido del verano por lo menos para 4 meses, la temperatura están entre los 10 y 22 grados, es decir, se tendría un clima Cwb. En el análisis, se obtuvo un año en el que el clima Cw, se aproximaba mucho a un clima Cs, si llegar a éste, por lo que se indicará con la notación siguiente: Cw\*b.

#### 4.- RESULTADOS

Primeramente se presenta el análisis de la variabilidad climática por estaciones meteorológicas las cuales como ya antes se dijo son representativas de un área. En la tabla 2 se representan los datos más generales de las variables involucradas en la clasificación climática de Köppen en las estaciones consideradas.

**Tabla 2. Datos generales sobre cada una de las estaciones.**

Est. Meteorológica	T., Med °C	T. med mes más frío. °C	T. Med mes más cálido. °C	Prec mm	Prec. Min .mm	Prec. Max. .mm	Tipo Clima
<b>Gran Piedra</b>	18..5	16..5 (feb)	20.3 (agost)	1607..5	16.5	391.1	<b>Cwb</b>
<b>Guantánamo</b>	26.4	23..5 (ene)	27.7 (jul)	971.2	7.2	-----	<b>Aw</b>
<b>Punta de Maisí</b>	26.8	24.7 (feb)	28.8 (agost)	806.0	6.1	-----	<b>BS</b>

Confeccionada por los autores.

#### 4.1.- Análisis de la variabilidad climática por regiones en estudio

##### Estación meteorológica de la Gran Piedra

Los registros climáticos de la estación abarcan un período de 32 años, el clima típico es Cwb, con valores de temperatura media anual de 18,5°C y precipitación total anual de 1607,5 mm (Tabla 3).

Estos climas tienen temperaturas del mes más frío por debajo de los 18 °C lo que lo diferencia del clima tropical húmedo (Aw), a pesar de que la región se encuentra en la faja tropical, la temperatura media no es muy variable y se mantiene por debajo de

22 °C durante todo el año lo que da lugar a que se le pueda poner letra b, siendo entonces, la temperatura la variable fundamental al definir el tipo de clima: templado húmedo (C) o tropical húmedo (A) y la precipitación para decidir el tipo de clima C que se manifiesta. De ahí que a pesar de que en el año 1998 se ve un incremento en la temperatura por ser este el año más cálido hasta ahora reportado en el planeta, no se haya visto un cambio en el clima de la zona ya que a pesar del aumento de la temperatura en todo el mundo, en esta zona se mantuvo por debajo de los 22 °C y no se manifestaron grandes variaciones en las precipitaciones.

La característica fundamental de la estación es que el clima es muy estable (Cwb), aspecto típico de un clima de montaña. No obstante se ha decidido clasificar a los años 1976, 1994 y 1995 como Cw\*b, dado por el incremento de las precipitaciones que se presentaron en dichos años y que fueron .provocadas por diferentes eventos meteorológicos (ondas tropicales, huracanes y otros) sobrepasaron los valores requeridos para ser w, pero no llegaron a ser s.

**Tabla 3. Datos e índices utilizados en la estación meteorológica de Gran Piedra.**

<b>AÑO</b>	<b>Pre. Max (mm)</b>	<b>Pre. Min. (mm)</b>	<b>IND Cfws</b>	<b>T,med mes más cálido (°C)</b>	<b>Tipo clima</b>
<b>1971</b>	305.4	11.4	0.037	18.3	<b>Cwb</b>
<b>1972</b>	519.8	43.4	0.083	20.3	<b>Cwb</b>
<b>1973</b>	875.2	21.2	0.024	20.3	<b>Cwb</b>
<b>1974</b>	245.1	5.9	0.024	20.2	<b>Cwb</b>
<b>1975</b>	236.4	0.3	0.001	20.1	<b>Cwb</b>
<b>1976</b>	269.8	26.2	0.097	20.4	<b>Cw*b</b>
<b>1977</b>	532.4	7.2	0.014	20.1	<b>Cwb</b>
<b>1978</b>	312.8	17	0.054	20.2	<b>Cwb</b>
<b>1979</b>	251.1	10.5	0.042	20.3	<b>Cwb</b>
<b>1980</b>	294.5	17.4	0.059	20.7	<b>Cwb</b>
<b>1981</b>	307.9	18.3	0.059	20.4	<b>Cwb</b>
<b>1982</b>	438	5.9	0.013	20.4	<b>Cwb</b>
<b>1983</b>	389.5	9.5	0.024	20.9	<b>Cwb</b>
<b>1984</b>	345.8	17.2	0.050	20.2	<b>Cwb</b>
<b>1985</b>	261.6	15.5	0.059	20.2	<b>Cwb</b>

<b>1986</b>	462.6	5.3	0.011	20.3	<b>Cwb</b>
<b>1987</b>	445.7	27.9	0.063	21.5	<b>Cwb</b>
<b>1988</b>	315.9	1.3	0.004	20.5	<b>Cwb</b>
<b>1989</b>	187.2	11.1	0.059	20.3	<b>Cwb</b>
<b>1990</b>	503.9	23.3	0.046	20.8	<b>Cwb</b>
<b>1991</b>	286.4	0.4	0.001	20.6	<b>Cwb</b>
<b>1992</b>	336	19.8	0.059	20.3	<b>Cwb</b>
<b>1993</b>	384	7	0.018	21.1	<b>Cwb</b>
<b>1994</b>	608	59.4	0.098	20.3	<b>Cw*b</b>
<b>1995</b>	439.8	41.4	0.094	20.6	<b>Cw*b</b>
<b>1996</b>	360.6	12.2	0.034	20.3	<b>Cwb</b>
<b>1997</b>	523.5	25.6	0.049	20.9	<b>Cwb</b>
<b>1998</b>	721.9	11.1	0.015	21.0	<b>Cwb</b>
<b>1999</b>	319.7	8.9	0.028	20.7	<b>Cwb</b>
<b>2000</b>	325.9	7.3	0.022	20.7	<b>Cwb</b>
<b>2001</b>	276.3	11.5	0.042	20.9	<b>Cwb</b>
<b>2002</b>	432.1	26.4	0.061	20.5	<b>Cwb</b>

Confeccionada por los autores.

En 1976, se detectó un fuerte incremento de la lluvia durante los meses de junio, agosto y octubre originadas por la tormenta tropical Gordon, que afectó a la zona en de manera indirecta. En 1994 y el julio de 1995, fue el julio el más lluvioso de la historia desde 1941, y fue provocado por la influencia de la tormenta tropical Erin. Estos tres casos vienen siendo los únicos vestigios de variabilidad climática en esta región (Figura 1al final de texto).

### **Estación meteorológica de Guantánamo**

La estación de Guantánamo presentó la serie de datos climáticos más incompleta de todas las que se tomaron, (22 años), con un clima promedio Aw, con la temperatura media anual de 26,4 °C y la precipitación total anual de 971,2 mm (Tabla 4).

La característica más importante de esta estación es que tiene más definidos los períodos de tiempo con un tipo de clima que puede ser: el inherente a condiciones

locales y períodos en que predominan condiciones muy particulares inherentes a la circulación atmosférica de esos años. (Figura 1, al final del texto).

**Tabla 4. Datos climáticos e índices utilizados en la estación meteorológica de Guantánamo.**

<b>AÑO</b>	<b>T.med. Anual (°C)</b>	<b>IND k</b>	<b>Pre. Tot. (mm)</b>	<b>IND WM</b>	<b>Pre. Min. (mm)</b>	<b>IND aridez</b>	<b>Tipo de Clima</b>
<b>1981</b>	25.9	79.87	943.7	62.25	15	39.94	<b>Aw</b>
<b>1982</b>	26.1	80.18	802.1	67.92	1.7	40.09	<b>Aw</b>
<b>1983</b>	26.4	80.85	733.5	70.66	2	40.43	<b>BS</b>
<b>1984</b>	25.9	79.89	882.2	64.71	7.3	39.95	<b>Aw</b>
<b>1985</b>	25.9	79.72	897.9	64.08	8.4	39.86	<b>Aw</b>
<b>1986</b>	25.7	79.41	1092.8	56.29	20.5	39.70	<b>Aw</b>
<b>1987</b>	26.4	80.83	952.9	61.88	21.3	40.42	<b>Aw</b>
<b>1988</b>	26.5	80.92	761.8	69.53	3.3	40.46	<b>BS</b>
<b>1989</b>	26.1	80.17	959.0	61.64	3.2	40.08	<b>Aw</b>
<b>1990</b>	26.7	81.45	906.4	63.74	11.7	40.73	<b>Aw</b>
<b>1991</b>	26.3	80.65	851.8	65.93	0	40.33	<b>Aw</b>
<b>1992</b>	26.3	80.60	983.4	60.66	0	40.30	<b>Aw</b>
<b>1993</b>	26.7	81.44	1248.3	50.07	5.9	40.72	<b>Aw</b>
<b>1994</b>	26.7	81.39	1445.1	42.20	6.6	40.70	<b>Aw</b>
<b>1995</b>	26.6	81.19	1031.7	58.73	1.4	40.60	<b>Aw</b>
<b>1996</b>	26.3	80.52	992.1	60.32	15.1	40.26	<b>Aw</b>
<b>1997</b>	27.0	81.94	945.7	62.17	7.9	40.97	<b>Aw</b>
<b>1998</b>	27.0	82.07	1014.2	59.43	0.3	41.03	<b>Aw</b>
<b>1999</b>	26.3	80.51	991.0	60.36	2.5	40.25	<b>Aw</b>
<b>2000</b>	26.4	80.74	750.0	70.00	0.8	40.37	<b>BS</b>
<b>2001</b>	26.4	80.77	1194.6	52.22	12.7	40.38	<b>Aw</b>
<b>2002</b>	26.7	81.44	985.4	60.58	11.6	40.72	<b>Aw</b>

Confeccionada por los autores.

Se observa que de 1981 a 1982 el clima es Aw. Después se destaca el año 1983 con un clima BS producto de una sequía moderada con posible influencia del ENOS

el que pudo haber sido el causante de dicha sequía, se repite la presencia de un BS en 1988, después del ENOS del 1986-87.

En el recorrido de los años, predominan los clima Aw, y se hace más evidente que la precipitación ha estado originada por el paso de los ciclones, tales como los años; 1994 con la tormenta tropical Gordon, 1995 con la tormenta tropical Erin, 1998 con el huracán Georges.

En el año 2000 el clima volvió a ser BS y esto se debió a una sequía débil, a pesar de que nuevamente desde el 2001 hasta el 2002 el clima volvió a ser Aw.

### **Estación meteorológica de Punta de Maisí**

La serie de datos climáticos que se utilizó para caracterizar a dicha estación tiene un período de 43 años y resultó ser la más completa y larga (Tabla 3). Esta es caracterizada por un clima BS con valores promedio de temperatura media anual de 26,8 °C y precipitación total anual de 806 mm.

Lo más interesante de los resultados del estudio de dicha estación es que el clima es seco, con grandes variaciones interanuales, y esto se puede observar por los grandes cambios de un año a otro que se producen en la trayectoria de la curva representada en la figura 1, al final del texto.

En la serie de datos analizada se obtuvo que esta estación el clima tiene una gran variabilidad interanuales entre BS y Aw, a lo largo del tiempo se intercalan también años de sequía moderada con años lluviosos.

En el periodo de 1960 a 1970, hubo una etapa de grandes variaciones que van desde un Aw hasta un BS destacándose los años 1964, 1965 los cuales dieron BS y esto debe haber guardado relación con un período de sequía moderada interrumpido por el paso, de los huracanes Flora e Inés ocurridos en el 1963 y 1966 respectivamente.

Desde 1971 a 1977 se observó que el patrón de los cambios varió, apareciendo hasta 3 años consecutivos con Aw y a continuación 4 años con climas BS o BW resultando de interés los años 1975 y 1976 con BW producto también de una sequía

prolongada y moderada, para más tarde entrar en un nuevo período, parecido al primero pero de 1978 a 1987, en los que se mantuvieron las oscilaciones interanuales entre BS y Aw, donde se intercalan también años de sequía más moderadas con años lluviosos.

A partir de 1988 hasta 1992 el clima se mantuvo bastante estable (BS) aunque en el año 1991 se puso de manifiesto un clima BW y todo esto fue por causa de sequías moderadas que se presentaron en estos años, nuevamente después de este período se volvió a ver otro, parecido a los de (1960-1970) y (1978-1987) pero desde 1993 hasta el 2000 donde hubo años de sequía que coinciden con los BS y años de Aw debido al efecto de las lluvias producidas por huracanes tales como: Georges, que afectó 1998 la zona de estudio.

**Tabla 3. Datos climáticos e índices utilizados en la estación meteorológica de Punta de Maisí.**

AÑO	T.med. anual (°C)	INDK	Pre. tot. (mm)	IND WM	Prec. Min. (mm)	IND BSW	Tipo Clima
<b>1960</b>	26.0	80.0	1178.0	52.88	24	39.99	<b>Aw</b>
<b>1961</b>	25.8	79.5	2230.0	10.80	6	39.76	<b>Aw</b>
<b>1962</b>	26.0	80.0	674.0	73.04	2	40.01	<b>BS</b>
<b>1963</b>	26.6	81.1	1111.8	55.53	7.7	40.56	<b>Aw</b>
<b>1964</b>	27.0	82.0	591.4	76.34	4	40.99	<b>BS</b>
<b>1965</b>	27.0	82.0	701.8	71.93	0.5	40.98	<b>BS</b>
<b>1966</b>	26.8	81.6	899.4	64.02	4.4	40.79	<b>Aw</b>
<b>1967</b>	27.2	82.3	448.4	82.06	2.3	41.17	<b>BS</b>
<b>1968</b>	26.9	81.8	554.2	77.83	7	40.91	<b>BS</b>
<b>1969</b>	26.8	81.6	1034.0	58.64	0	40.80	<b>Aw</b>
<b>1970</b>	26.8	81.6	779.0	68.84	5	40.78	<b>BS</b>
<b>1971</b>	26.6	81.2	879.0	64.84	10.4	40.60	<b>Aw</b>
<b>1972</b>	26.9	81.8	1073.4	57.06	0	40.92	<b>Aw</b>
<b>1973</b>	26.5	81.0	897.5	64.10	13	40.51	<b>Aw</b>

<b>1974</b>	26.7	81.4	561.3	77.55	6.5	40.71	<b>BS</b>
<b>1975</b>	26.9	81.7	334.6	86.62	0.5	40.86	<b>BW</b>
<b>1976</b>	26.6	81.3	362.8	85.49	6	40.64	<b>BW</b>
<b>1977</b>	27.0	82.0	751.5	69.94	0	41.00	<b>BS</b>
<b>1978</b>	26.7	81.4	925.3	62.99	1.5	40.69	<b>Aw</b>
<b>1979</b>	26.6	81.2	751.4	69.95	4	40.59	<b>BS</b>
<b>1980</b>	26.7	81.5	1136.4	54.54	30.7	40.75	<b>Aw</b>
<b>1981</b>	26.7	81.5	736.2	70.55	3.5	40.73	<b>BS</b>
<b>1982</b>	27.2	82.4	846.4	66.14	4.4	41.22	<b>Aw</b>
<b>1983</b>	26.6	81.1	546.0	78.16	17	40.55	<b>BS</b>
<b>1984</b>	26.8	81.6	829.1	66.84	4.1	40.78	<b>Aw</b>
<b>1985</b>	26.6	81.2	804.1	67.84	13.9	40.61	<b>BS</b>
<b>1986</b>	27.0	81.9	590.1	76.40	1	40.97	<b>BS</b>
<b>1987</b>	27.0	82.0	1169.2	53.23	13.3	40.98	<b>Aw</b>
<b>1988</b>	27.2	82.4	645.7	74.17	0	41.20	<b>BS</b>
<b>1989</b>	27.1	82.2	536.6	78.54	2.9	41.08	<b>BS</b>
<b>1990</b>	27.3	82.7	801.7	67.93	0.6	41.33	<b>BS</b>
<b>1991</b>	27.4	82.7	325.3	86.99	0	41.36	<b>BW</b>
<b>1992</b>	27.0	82.1	610.4	75.58	0.7	41.03	<b>BS</b>
<b>1993</b>	27.1	82.1	949.0	62.04	4.1	41.05	<b>Aw</b>
<b>1994</b>	27.3	82.7	798.2	68.07	3.5	41.34	<b>BS</b>
<b>1995</b>	27.0	82.0	814.7	67.41	16.9	41.02	<b>BS</b>
<b>1996</b>	27.0	81.9	935.7	62.57	7.7	40.97	<b>Aw</b>
<b>1997</b>	27.6	83.1	598.6	76.06	9.1	41.55	<b>BS</b>
<b>1998</b>	27.4	82.8	913.9	63.44	9.6	41.40	<b>Aw</b>
<b>1999</b>	26.9	81.8	1016.0	59.36	5.2	40.88	<b>Aw</b>
<b>2000</b>	26.9	81.9	697.2	72.11	7.6	40.93	<b>BS</b>
<b>2001</b>	27.1	82.1	1020.2	59.19	0.5	41.07	<b>Aw</b>
<b>2002</b>	27.3	82.6	593.7	76.25	0.4	41.30	<b>BS</b>

Confeccionada por los autores.

Todo lo anteriormente planteado demuestra que la variabilidad en el clima de Punta de Maisí no solo se puede ver desde una perspectiva interanual sino también entre

períodos o grupos de años ya que se ven cambios en el tipo de clima de año a año y entre grupos de años.

La variabilidad del clima en Guantánamo no se manifestó de la misma manera que en Punta de Maisí siendo la de año a año menos marcada.

#### **4.2.- Comparación de la variabilidad climática entre las regiones en estudio**

Al comparar la variabilidad climática entre las tres estaciones es evidente que la misma no se comporta de igual manera en ninguno de los casos tomados como muestra para la investigación (Tabla 6). En esto, juega un papel sumamente importante los factores físico geográficos: relieve tanto su orientación, exposición al sol, así como la altura; la geología, los suelos, la vegetación e hidrología, etcétera, que son factores que no se manifiestan de igual forma en ninguna de las estaciones lo que a traído consigo la diferenciación de estos climas aún dentro de un área relativamente pequeña como lo es la costa sur de la región oriental.

En el caso de Punta de Maisí podemos ver como al estar la estación en la costa sur de la región a solo 10.3 m sobre el nivel del mar, se ve afectada por la sequedad de los vientos alisios los cuales al llegar a la costa se calientan disminuyendo así las posibilidades de que se condense la humedad que traen, de esta forma atraviesan en la mayoría de las ocasiones a la región sin haber provocado precipitaciones, en dependencia entonces de la dirección de donde sople el viento podríamos llamar esto como el efecto sotavento.

**Tabla 6. Frecuencia relativa (%) de tipos climas por estación meteorológica.**

Climas	Punta de Maisí	Guantánamo	Gran Piedra
Aw	42	86	0
BS	51	14	0
BW	7	0	0
Cwb	0	0	91
Cwb*	0	0	9

Confeccionada por los autores.

Los vientos Alisios son muy fuertes en esa área, ya que está cerca al Paso de los Vientos y la influencia del anticiclón del Atlántico Norte es evidente con su estabilidad y vientos fuertes durante casi todo el año lo que impide la formación de nubes de tipo convectivas, de ahí el porque en la estación el clima predominante es el de estepa pero aún así presentó la mayor variabilidad climática de todas las estaciones meteorológicas estudiadas.

De la estación de Guantánamo se podría hablar de que las condiciones varían por la diferencia de que esta estación no se encuentra en la cercanía de la costa sino más separada de ella a unos 55 m de altura, todo esto determina que las condiciones de temperatura y precipitación en la estación sean propicias para un clima tropical húmedo no siendo así en la zona más costera de Caimanera donde imperan condiciones de desierto y semidesierto.

En general, el hecho de que la estación no este al lado de la costa como para que los vientos alisios lleguen a ella secos sino más separada le beneficia mucho, pues llega cierta humedad que se descarga en la zona. A esta estación la podríamos catalogar como medianamente variable ya que la variabilidad climática no se dio tan fuerte como en la de Punta de Maisí ni tan débil como en la de Gran Piedra. (Tabla 6).

**Tabla 7. Clasificación climática de Köppen por regiones.**

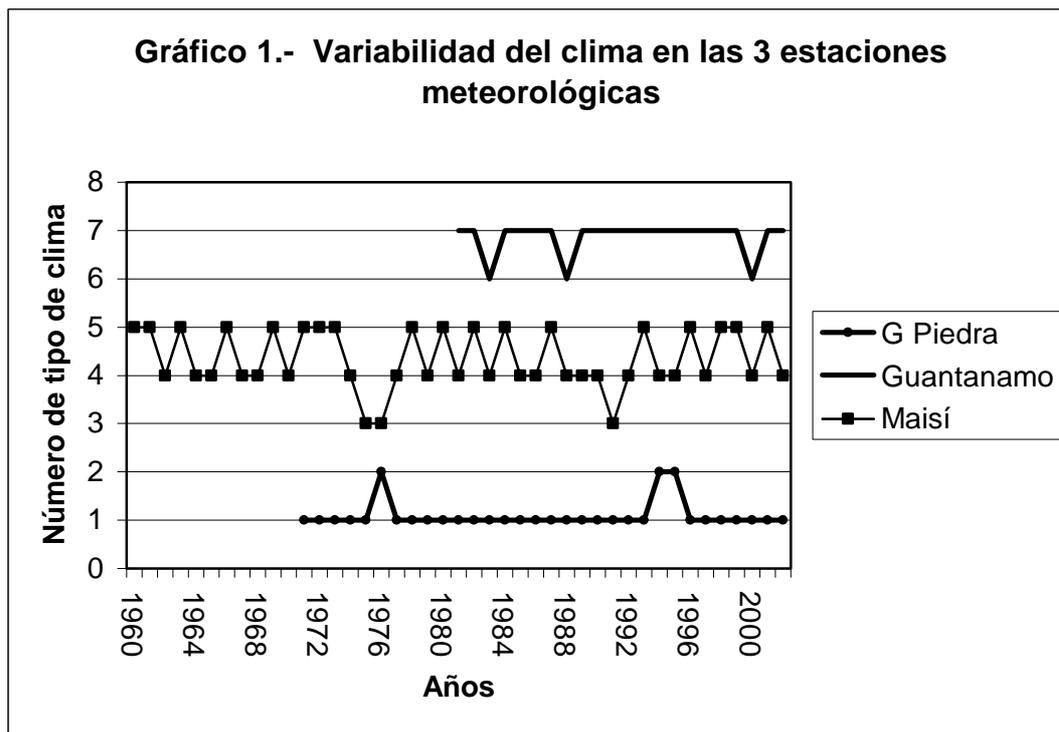
<b>Años</b>	<b>*1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>Años</b>	<b>*1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>1960</b>			<b>Aw</b>	<b>1986</b>	<b>Cwb</b>	<b>Aw</b>	<b>BS</b>
<b>1961</b>			<b>Aw</b>	<b>1987</b>	<b>Cwb</b>	<b>Aw</b>	<b>Aw</b>
<b>1962</b>			<b>BS</b>	<b>1988</b>	<b>Cwb</b>	<b>BS</b>	<b>BS</b>
<b>1963</b>			<b>Aw</b>	<b>1989</b>	<b>Cwb</b>	<b>Aw</b>	<b>BS</b>
<b>1964</b>			<b>BS</b>	<b>1990</b>	<b>Cwb</b>	<b>Aw</b>	<b>BS</b>
<b>1965</b>			<b>BS</b>	<b>1991</b>	<b>Cwb</b>	<b>Aw</b>	<b>BW</b>
<b>1966</b>			<b>Aw</b>	<b>1992</b>	<b>Cwb</b>	<b>Aw</b>	<b>BS</b>
<b>1967</b>			<b>BS</b>	<b>1993</b>	<b>Cwb</b>	<b>Aw</b>	<b>Aw</b>
<b>1968</b>			<b>BS</b>	<b>1994</b>	<b>Cw*b</b>	<b>Aw</b>	<b>BS</b>
<b>1969</b>			<b>Aw</b>	<b>1995</b>	<b>Cw*b</b>	<b>Aw</b>	<b>BS</b>

<b>1970</b>			<b>BS</b>	<b>1996</b>	<b>Cwb</b>	<b>Aw</b>	<b>Aw</b>
<b>1971</b>	<b>Cwb</b>		<b>Aw</b>	<b>1997</b>	<b>Cwb</b>	<b>Aw</b>	<b>BS</b>
<b>1972</b>	<b>Cwb</b>		<b>Aw</b>	<b>1998</b>	<b>Cwb</b>	<b>Aw</b>	<b>Aw</b>
<b>1973</b>	<b>Cwb</b>		<b>Aw</b>	<b>1999</b>	<b>Cwb</b>	<b>Aw</b>	<b>Aw</b>
<b>1974</b>	<b>Cwb</b>		<b>BS</b>	<b>2000</b>	<b>Cwb</b>	<b>BS</b>	<b>BS</b>
<b>1975</b>	<b>Cwb</b>		<b>BW</b>	<b>2001</b>	<b>Cwb</b>	<b>Aw</b>	<b>Aw</b>
<b>1976</b>	<b>Cw*b</b>		<b>BW</b>	<b>2002</b>	<b>Cwb</b>	<b>Aw</b>	<b>BS</b>
		<b>1977</b>	<b>Cwb</b>			<b>BS</b>	
		<b>1978</b>	<b>Cwb</b>			<b>Aw</b>	
		<b>1979</b>	<b>Cwb</b>			<b>BS</b>	
		<b>1980</b>	<b>Cwb</b>			<b>Aw</b>	
		<b>1981</b>	<b>Cwb</b>	<b>Aw</b>		<b>BS</b>	
		<b>1982</b>	<b>Cwb</b>	<b>Aw</b>		<b>Aw</b>	
		<b>1983</b>	<b>Cwb</b>	<b>BS</b>		<b>BS</b>	
		<b>1984</b>	<b>Cwb</b>	<b>Aw</b>		<b>Aw</b>	
		<b>1985</b>	<b>Cwb</b>	<b>Aw</b>		<b>BS</b>	

Confeccionada por los autores. \*1. Gran Piedra. 2. Guantánamo. 3. Punta Maisí

Por último tenemos el caso de Gran Piedra, estación que está a una altura de 920 m y que su principal característica es su altura, lo cual ha determinado que las temperaturas sean tan bajas y que las precipitaciones sean abundantes de ahí que tenga condiciones diferentes a las otras 2 estaciones y que su clasificación sea templada húmeda. Además de que se puede decir que los climas de montaña son por lo general muy estables y esta es la principal causa de que la variabilidad del clima en Gran Piedra tenga una manifestación diferente. (Tabla 7)

(Gráfico 1, al final del texto).



Confeccionada por los autores.

Nota aclaratoria:

Para Gran Piedra, los climas Cwb se anotaron con 1, los Cw\*b con 2

Para Maisí, los BW con 3, el BS con 4 y el Aw con 5.

Para Guantánamo, los BS con 6 y los Aw con 7

## CONCLUSIONES

Ha quedado demostrado que la clasificación climática de Köppen puede ser utilizada con éxito para enfrentar estudios de variabilidad climática interanual en la zona tropical, y especialmente en Cuba. Su sencillez y economía de datos lo hacen recomendable como método, sobre todo al efectuar la evaluación rápida de la variabilidad del clima en un ámbito regional.

Según la metodología aplicada, en la zona de estudio se produce la alternancia de varios tipos climáticos en el período analizado, con mucha mayor frecuencia en los climas más secos y variables en su régimen de precipitaciones, y casi sin variación en las regiones montañosas.

## REFERENCIAS

- Centella, A. et al. 2003. Elementos de Meteorología y Climatología. Universidad para Todos. Editorial Academia. INSMET.

- E. Katsiambirtas, Evangelos. Evaluating the Köppen Climate Classification System for Namibia on a Year-to-Year Basis. Earlwood. Australia. 9 Clemtan Avenue, NSW 2206.
- García, E. (1973). Modificación al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. Offset Larios. México. D.F. 246p.
- Gutiérrez Domech, Roberto y Rivero Glean. (1999). Manuel. Regiones Naturales de la isla de Cuba. Editorial Científico-Técnica. Ciudad de la Habana. Cuba.
- Haurwitz, B y M. Austin, James (1944). Climatology. New York and London. Mc Graw-Hill book Company. Inc.
- Jansá, J.(1974). Curso de Climatología. Editorial Organismos. Instituto Cubano del Libro. La Habana. Cuba.
- Lapinel, B. et al. La sequía en Cuba (Monografía).Instituto de Meteorología. (2003). 243p.
- Lecha, L. et al. (1994): El Clima de Cuba. Editorial Academia. 186 p.
- Pérez, Ramón. Variabilidad del Clima. (Notas sobre la conferencia dictada por director del Centro Nacional del Clima, ISMET, en el Curso de Meteorología Climatología, Universidad para todos, retransmitido el sábado 25 de abril, hora 2 p.m.).
- Ruiz Corral, J.A. (2004). Variaciones Termopluviométricas y tipos de climas en Jalisco, México. I Taller de Meteorología Tropical. Palacio de Convenciones. Ciudad de la Habana. Cuba. 4 al 9 de abril del 2004. 13 p.
- (1990). Guía de Prácticas Climatológicas. Ginebra. Suiza. Organización Meteorológica Mundial (OMM) #100.
- <http://club.telepolis.com/geografo/clima/Koppen.com>