

Análisis preliminar del comportamiento de fenómenos meteorológicos significativos en el ecosistema costero Sabana Camagüey.



Lourdes Álvarez Escudero, Israel Borrajero Montejo, Rosendo Álvarez Morales, Laura Aenlle Ferro, Luciano Amaro Argüez.

Centro de Física de la Atmósfera. Instituto de Meteorología.

Apartado Postal 17032. CP 11700. Habana 17. Ciudad Habana. Cuba.

Teléfono: 867 07 21 ext. 248. FAX: (537) 866 80 10 e-mail: lourdes.alvarez@insmet.cu.

Resumen. A partir de los registros trihorarios de la variable estado del tiempo presente para 11 estaciones que se ubican en el área del ecosistema costero Sabana Camagüey, se realizó un estudio de diferentes fenómenos meteorológicos significativos (cielo despejado, brumas, nieblas, lloviznas, lluvias, chubascos, relámpagos y tormentas eléctricas), especificando para cada uno su marcha diaria y anual. El análisis mostró una diferencia espacial marcada entre la región occidental del área de estudio, donde abundan las brumas y la oriental donde hay mayoría

de cielos despejados. Los fenómenos más significativos son los cielos despejados y las brumas, seguidos por las nieblas, los relámpagos y las tormentas eléctricas y los menos significativos los asociados a los chubascos, lluvias y lloviznas. El análisis de tendencia muestra que cuando aumenta la frecuencia de cielos despejados disminuyen las brumas, las nieblas y las lluvias tienden en general a decrecer o presentar series homogéneas, mientras el relámpago visible y las tormentas suelen tener series homogéneas o crecientes.

Palabras claves: tiempo presente, fenómenos meteorológicos significativos, cielo despejado, nieblas, brumas, lloviznas, lluvia, chubascos, relámpagos, tormentas eléctricas.

Introducción.

La variable estado del tiempo presente refleja las observaciones con fenómenos meteorológicos significativos, como cielo despejado, nieblas, tormentas eléctricas, etc (OMM, 1992), sin embargo su uso se ha concretado fundamentalmente a la determinación de días con tormentas (Alexander, 1924; WRC, 1942a; WRC, 1942b; WRC, 1942c; OMM, 1956; Easterling y Robinson, 1985; Changnon, 1988; Dai, 2001) y los días con nieblas y brumas (Ward, 1925; Robert, 1969; Hardwick, 1973; Tardif, 2004) sus marchas diarias y anuales y su distribución espacial.

En Cuba el estudio más abarcador sobre tormentas está reflejado en el libro "El Clima de Cuba" (Lecha; Paz y Lapinel, eds. 1994) donde se plantea que en el país existen dos periodos de actividad de las tormentas, el de máxima en general ocurre de mayo a octubre, aunque hay mucha variabilidad en la fecha de comienzo entre todas las estaciones del país que puede abarcar desde principios de mayo a finales de junio. El máximo de actividad entre julio y agosto es uniforme hasta Ciego de Ávila, pero en la costa norte desde Camagüey hasta Guantánamo aparecen dos máximos, uno en mayo o junio y otro en septiembre u octubre. La actividad de tormentas guarda relación con la orografía y la distancia a la costa. Los máximos de ocurrencia se localizan en zonas montañosas e interiores llanas y el máximo absoluto de ocurrencia de días con tormenta ocurre en Pinares de Mayarí con más de 140 días. Los mínimos de actividad se concentran en las regiones costeras con valores inferiores a 40 días con tormentas.

Sobre las nieblas en Cuba los estudios han sido magros o al menos poco publicados. Sosa et al. (1992) realizaron un estudio sobre las nieblas en las provincias habaneras dividiéndolas en densas y ligeras y encontrando que la frecuencia de ocurrencia en general es menor en invierno que en verano, pero en invierno hay mayor número de nieblas densas.

Alfonso (1980) describió el comportamiento de las nieblas y las brumas en la Isla de la Juventud, refiriendo que la bruma es el fenómeno más persistente con el máximo en los meses de marzo y abril y las nieblas son más frecuentes hacia el interior del territorio sobre todo en el periodo poco lluvioso.

Alfonso y Florido (1993) describen la diferencia entre las neblinas muy frecuentes al amanecer con excepción de las costas y que se desvanecen con la salida del Sol y las nieblas con menor frecuencia de

ocurrencia y con máximos en la zona interior y este de la Provincia de Matanzas. La bruma constituye un fenómeno muy frecuente en dicha provincia.

Se entiende como área del ecosistema costero Sabana Camagüey, la comprendida entre el parteaguas central de la Isla de Cuba hasta los cayos y mares adyacentes, desde la Península de Hicacos hasta la Bahía de Nuevitas

El objetivo del presente trabajo es realizar un estudio de diferentes fenómenos meteorológicos significativos, caracterizados por la variable código de estado de tiempo presente para las estaciones meteorológicas que forman parte del ecosistema costero Sabana Camagüey.

Materiales y Métodos.

Para el estudio se utilizarán los datos trihorarios de código de tiempo presente de 11 estaciones pertenecientes al ecosistema costero Sabana Camagüey. Los datos fueron extraídos de la Base de Datos THOR, desarrollada por el Proyecto "Estudio de la localización espacial de las tormentas eléctricas en Cuba y su tendencia" asociada al Programa Ramal de Ciencia y Técnica "Análisis y Pronóstico del Tiempo y el Clima Terrestre y Espacial" del AMA. La descripción general de las series utilizadas para cada estación se recoge en la Tabla 1.

Tabla 1. Descripción de los registros de estado del tiempo presente utilizados en el estudio de 11 estaciones meteorológicas asociadas al ecosistema costero Sabana Camagüey.

No. de estación	Nombre de la estación	Año de comienzo de la serie	Año final de la serie	Longitud de la serie en años	Número de registros válidos	Número de observaciones no realizadas	Número de observaciones no asentadas	Periodo(s) donde se realizaron observaciones las 24 horas (8 observaciones diarias)
326	Santo Domingo	1980	2002	23	66488	3228	720	1989-2002
329	Indio Hatuey	1970	2002	33	95440	37408	984	NO HAY
330	Jovellanos	1970	2002	33	95664	11318	240	1982-1995 1997-2002
338	Sagua la Grande	1970	2002	33	65712	11069	712	1986-2002
339	Cayo Coco	1990	2002	13	37504	0	400	1990-2002
343	El Yabú	1977	2002	26	75248	5149	728	1989-1994 1997-2002
347	Carmilo Cienfuegos	1977	2002	26	75728	12370	240	1989-2002
348	Catarién	1970	2002	33	95200	11238	1224	1989-2002
352	Esmeralda	1970	2002	33	94968	26108	1456	1977
353	Nuevitas	1970	2002	33	95936	19631	488	1973-1977 1997-2002
355	Camagüey	1970	2002	33	96424	17	0	1970-2002

Como se observa en la Tabla 1 los datos faltantes representan el 13% del total, principalmente los relativos a la noche y la madrugada y menos del 1% son datos perdidos por no encontrarse los libros de asentamiento. Las estaciones con mayor déficit de información son Indio Hatuey que no posee datos de noche y madrugada y Esmeralda que posee solo un año de información continua. Basado en esto los autores definirán 3 categorías para describir la calidad de las series de datos utilizadas según el

siguiente criterio:

Excelentes: estaciones con series de más de 20 años de información donde no faltan registros o faltan muy pocos (menos 0.2%, fundamentalmente en horarios de noche y madrugada y meses de la temporada poco activa).

Muy buenas: series con 18 años o más de información, con registros faltantes solo en horarios de noche y madrugada en una parte de la serie (información faltante de menos del 9% del total de observaciones).

Buenas: series con 15 años o más de información (con la excepción de la 339 Cayo Coco que tiene 13 años), donde en casi todos los años faltan los registros de noche y madrugada (información faltante de menos del 22% del total de observaciones).

Según esta clasificación tendremos lo que se resume en la Tabla 2.

Tabla 2. Calificador de la calidad de los registros por estaciones meteorológicas que pertenecen al ecosistema costero Sabana Camagüey.

No. de estación	Nombre de la estación	Calificador de la calidad de los registros	No. de estación	Nombre de la estación	Calificador de la calidad de los registros	No. de estación	Nombre de la estación	Calificador de la calidad de los registros
326	Santo Domingo	MB	339	Cayo Coco	B	352	Esmeralda	B
329	Indio Hatuey	B	343	El Yabú	MB	353	Nuevitas	B
330	Jovellanos	MB	347	Cemilo Cianfuegos	B	355	Camagüey	F
338	Sagua la Grande	B	348	Cabarián	B			

La representación espacial de las estaciones en estudio se muestra en la figura 1.

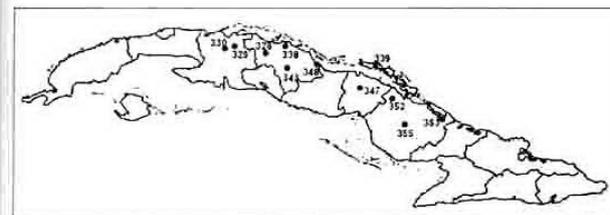


Figura 1. Distribución espacial de las estaciones meteorológicas representativas del área del ecosistema costero Sabana Camagüey.

Para el estudio los autores agruparon los códigos de tiempo presente representativos de 9 fenómenos según los siguientes criterios:

- **Despejado:** Agrupa los códigos del 00 al 03 y se refiere a cielo despejado, nubes disipándose o comenzando su formación.
- **Bruma:** Agrupa los códigos del 04 al 09 y se refiere a visibilidad reducida, ya sea por bruma, humo o polvo.
- **Nieblas:** Agrupa los códigos del 10 al 12, el 28 y del 40 al 49 y se refiere a todo tipo de niebla ya sea densa o ligera a la hora de la observación o con anterioridad.
- **Lloviznas:** Agrupa los códigos 20 y del 50 al 59 y se refiere a las lloviznas de cualquier intensidad a la hora de la observación o con anterioridad.
- **Lluvia:** Agrupa los códigos 21, 23, 24 y del 60 al 69 y se refiere a las lluvias de cualquier intensidad a la hora de la

observación o con anterioridad.

- **Chubascos:** Agrupa los códigos 18, 25, 26, 27 y del 80 al 90 y se refiere a los chubascos de cualquier intensidad a la hora de la observación o con anterioridad.

- **Relámpago:** Representado por el código 13 referido al relámpago visible.

- **Tormentas:** Agrupa los códigos 17, 29, 91, 92, 95, 96, 97 y 99 y se refiere a la tormenta eléctrica con o sin lluvia, de cualquier intensidad a la hora de la observación o con anterioridad. Los códigos 93, 94 y 98 se rechazaron por tener frecuencias de ocurrencia muy bajas o nulas y muchas veces representar más observaciones erróneas que datos reales.

- **Tormentas con lluvia:** Agrupa los códigos 91, 92, 95, 96, 97 y 99 y se refiere a la tormenta eléctrica acompañada de precipitación a la hora de la observación o con anterioridad.

Los códigos no tratados se refieren en general a la precipitación sólida y a las tormentas de polvo o a las nubes de embudo y en todos los casos la frecuencia de ocurrencia es muy baja o nula, constituyendo muchas veces errores de captación de los datos.

A partir del porcentaje de frecuencia de ocurrencia para cada uno de los grupos de códigos representativos de fenómenos propuestos y para cada estación se realizó un análisis de cluster donde los grupos de códigos constituían las 9 variables y las estaciones los 11 individuos. Se utilizaron distancias euclidianas y método de enlace simple. El diagrama de árbol para las 11 estaciones está representado en la figura 2.

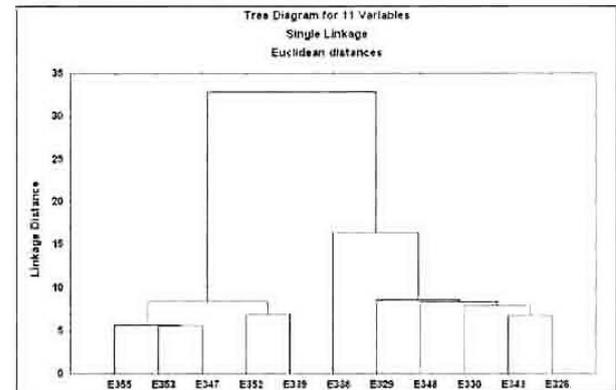


Figura 2. Dendrograma de frecuencia de ocurrencia de observaciones de 9 agrupaciones de códigos de tiempo presente para 11 estaciones pertenecientes al ecosistema costero Sabana Camagüey.

Las series utilizadas para el análisis de homogeneidad corresponden a la frecuencia de ocurrencia anual para 6 fenómenos de los definidos anteriormente, pero donde se unieron como "lluvias" los códigos correspondientes a lloviznas, lluvias y chubascos y como "tormentas", las tormentas en general tanto con lluvia, como cuando solo se escucha el trueno en la estación. Para este análisis se realizaron los siguientes pasos:

a) se graficó su comportamiento y se resumió a criterio de

los autores un descriptor del mismo de la siguiente forma:

- alto bajo medio o similares: se refiere a que el gráfico muestra un cierto carácter oscilatorio para grupos de años.
- regular: se refiere a que los valores en el gráfico oscilan alrededor de un valor medio.
- abrupta: se refiere a un cambio brusco en la serie a partir de un año dado
- abrupta pronunciada: lo mismo que la anterior pero el cambio es más visible.
- creciente (decreciente) en escalera: los valores tienden a ser mayores (menores) de año en año de forma progresiva.
- creciente (decreciente): los valores tienden a ser mayores (menores) de año en año, pero no de forma progresiva, sino general.

Un ejemplo de esta forma de comportamiento se refleja en la figura 3.

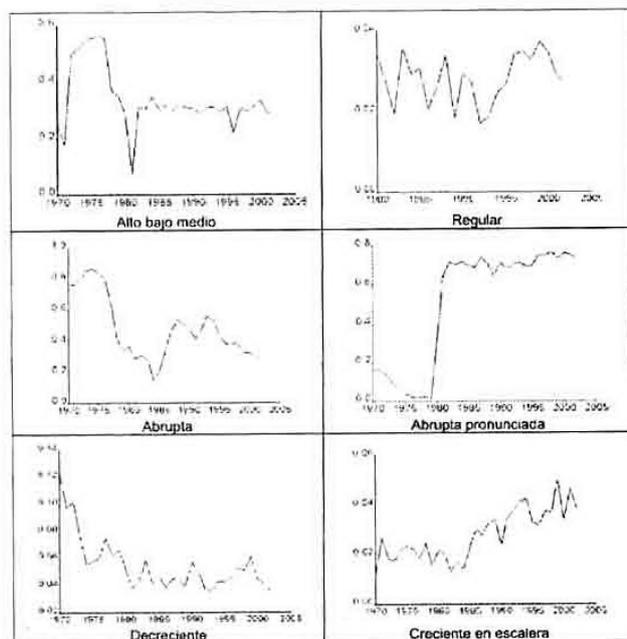


Figura 3. Ejemplo gráfico de las formas de las curvas dadas por los descriptores de comportamiento planteados en el paso a) del análisis de homogeneidad de las series.

- b) Se calculó el estadígrafo de Wald-Wolfowitz para determinar correlación interna.
- c) Se calculó el estadígrafo de Spearman y el de Mann-Kendall para determinar su tendencia global.
- d) Para ayudar a tomar una conclusión, principalmente si había contradicción entre las dos pruebas anteriores se realizaba la prueba global de Fisher. El cálculo de los estadígrafos se hizo según Sneyers (1990).
- e) Allí donde las series no son homogéneas se realiza un análisis de punto de cambio, siempre que las series directa y retrógrada de Mann solo presenten un corte o cortes muy cercanos y la prueba de Pettitt dé un punto significativo cercano al valor de la prueba de Mann Kendall. Cuando hay varios cortes el análisis de puntos de cambio suele ser muy complejo y las series deben dividirse en varios tramos, cuestión esta que no es posible porque las series no son lo

suficientemente largas. En cualquier caso siempre se refiere el año donde se alcanza el punto extremo del estadígrafo de Pettitt.

Se toma una decisión teniendo en cuenta todo el análisis anterior, usando la siguiente representación: 0 - serie homogénea, -1 - serie decreciente significativa (10% de significación), -2 - serie decreciente altamente significativa (5% de significación), +1 - serie creciente significativa, +2 - serie creciente altamente significativa y sin valor - los datos no eran suficientes o muy contradictorios para arribar a una conclusión.

Discusión y resultados.

Aspectos generales.

Se realizó un análisis de la distribución de la frecuencia de ocurrencia para los 100 códigos de tiempo presente por estaciones. Un ejemplo de esta distribución para la estación Camagüey (355) se muestra en la figura 4.

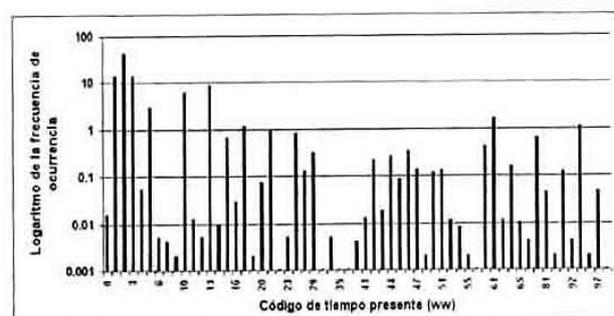


Figura 4. Distribución de la frecuencia de ocurrencia de códigos de estado del tiempo presente para la estación Camagüey. Los casos de códigos de frecuencia cero fueron eliminados. La escala del eje de las ordenadas es logarítmica para resaltar los valores de frecuencia más bajos.

El análisis constata que para todas las estaciones el mayor porcentaje de observaciones se agrupa en los códigos relativos al cielo despejado y los relativos a la visibilidad reducida principalmente las brumas (código 5). También tienen representatividad en menor medida las nieblas ligeras, el relámpago visible, el trueno, los chubascos, las lluvias y varios códigos relativos a tormentas eléctricas sobre la estación.

De la figura 2 se nota la división de las estaciones según sus características en dos grupos, uno de 5 estaciones y otro de 6, que a su vez coinciden con una división espacial de las estaciones en occidentales y orientales, divididos por la provincia Sancti Spiritus. Si se grafica la distribución de la frecuencia de ocurrencia de observaciones por cada uno de los grupos de códigos para cada uno de los grupos obtenidos en el análisis de cluster tenemos lo que se observa en las figuras 5 y 6. Aquí se utilizó en el eje radial escala logarítmica para poder apreciar los grupos de códigos de menor representatividad.



Figura 5. Diagrama radial de distribución de frecuencia de ocurrencia de observaciones para los diferentes grupos de códigos de tiempo presente de las estaciones 326, 329, 330, 338, 343 y 348 pertenecientes al grupo occidental.



Figura 6. Diagrama radial de distribución de frecuencia de ocurrencia de observaciones para los diferentes grupos de códigos de tiempo presente de las estaciones 339, 347, 352, 353 y 355 pertenecientes al grupo oriental.

De estas dos últimas figuras se observa que lo que causa la diferencia fundamental entre grupos es que en la zona occidental los códigos son los referidos a la visibilidad reducida principalmente por las brumas, mientras en la región oriental los más abundantes son los referidos a cielo despejado. Los restantes grupos de códigos tienen representaciones aproximadamente similares.

Como todos los grupos de códigos no tienen el mismo porcentaje de representatividad se analizó cada uno de ellos individualmente. En la figura 7 se representa la frecuencia de ocurrencia por fenómenos para cada estación en estudio.

Los códigos asociados a cielo despejado pueden alcanzar hasta más del 80 % del total de observaciones, el máximo lo tiene la estación Esmeralda (352) con el 80.5% y el mínimo Indio Hatuey (329) con el 21.6%. La distribución muestra lo comprobado por el análisis de cluster, que este código es mayoritario para las estaciones de la región oriental de la zona de análisis.

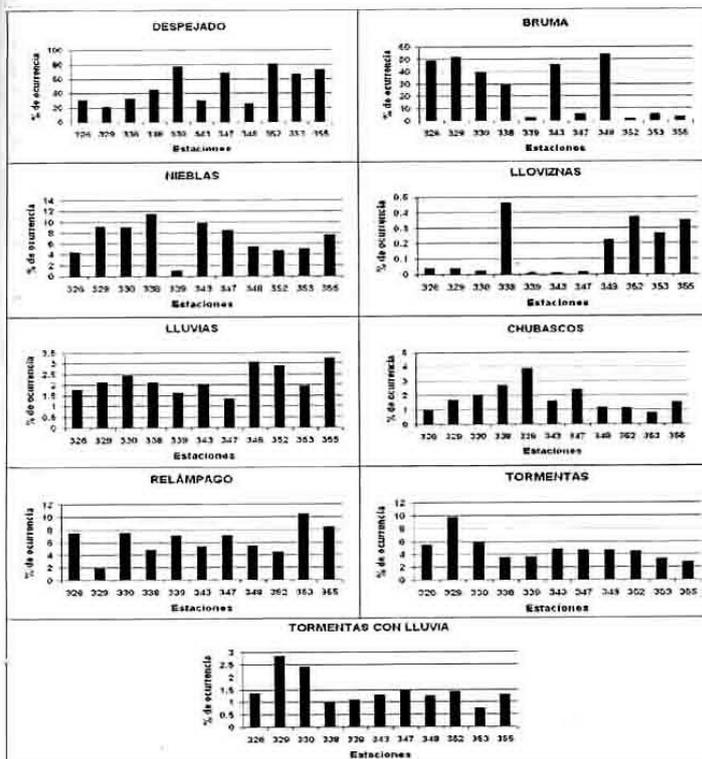


Figura 7. Distribución por estaciones del porcentaje de ocurrencia de observaciones para cada uno de los fenómenos en estudio.

Los valores para el grupo relativo a los códigos de visibilidad reducida pueden alcanzar hasta más del 50 % del total de observaciones. El máximo se encuentra en la estación de Caibarién (348) con el 53.9 % y el mínimo en la estación Esmeralda (352) con 1.5%. También en correspondencia con lo extraído del análisis de cluster se constata que el grupo de códigos es más representativo de las estaciones de la región occidental de la zona de estudio, pero a diferencia de los códigos correspondientes a cielo despejado las variaciones en el porcentaje de observaciones son mayores entre las estaciones correspondientes a los dos grupos.

Con respecto al grupo de las nieblas sus valores pueden ser superiores al 10% del total de observaciones. El valor máximo lo tiene la estación de Sagüa la Grande (338) con el 11.4% y el mínimo en Cayo Coco (339) con 1.1%. La distribución entre estaciones no muestra un patrón definido, aunque suele ser menor en estaciones más cercanas a la costa.

Las lloviznas tienen muy baja representatividad con valores no mayores que el 0.5%, sin embargo las variaciones entre estaciones suelen ser muy marcadas, aunque la distribución espacial no presenta zonas definidas. Las estaciones con mayor representatividad son las 3 de Camagüey (352, 353 y 355), Sagua la Grande y Caibarién ambas en la parte norte de la provincia Villa Clara. El máximo absoluto lo tiene la estación Sagua la Grande (338) con el 0.46% del total de observaciones y el mínimo lo tiene la estación de Cayo Coco (339) con el 0.008%.

La lluvia alcanza valores por encima del 3% y su distribución suele ser bastante pareja entre las diferentes estaciones. El máximo absoluto se presenta en Camagüey (355) con el 3.2% y el mínimo en Camilo Cienfuegos (347) con el 1.3%.

Los chubascos también alcanzan valores por encima del 3% y la variación entre estaciones no es muy marcada, ni tiene un patrón espacial definido. Las dos estaciones de mayor representatividad son las que están más al norte de la región central de la zona de estudio Sagua la Grande (338) y Cayo Coco (339) donde se alcanza el máximo absoluto con el 3.9% del total de observaciones. El mínimo se observa en la estación de Nuevitas (353) donde se alcanza solo el 0.8% del total de observaciones.

El relámpago visible alcanza valores por encima del 10% del total de observaciones y su distribución es bastante pareja con una variación entre estaciones de 3% como promedio. El máximo absoluto se alcanza en la estación de Nuevitas (353) con el 10.4% y el mínimo en Indio Hatuey aunque este mínimo es ficticio debido a que el relámpago visible es un código predominante de horas de noche y madrugada y esta estación no posee mediciones regulares en esos horarios.

Las tormentas eléctricas en general pueden alcanzar valores por encima del 9% del total de observaciones y su mayor prevalencia se debe a las observaciones de trueno como muestra de actividad eléctrica atmosférica, lo que se manifiesta al compararla con los valores de las tormentas eléctricas con lluvias. Aquí también se constata que las diferencias en la distribución de observaciones marcan dos grupos en la distribución espacial, uno dado por las tres

estaciones más occidentales (326, 329 y 330) donde se agrupan los valores de mayor ocurrencia y las restantes estaciones donde los porcentajes suelen ser más bajos. Esto se corresponde con estudios anteriores (Campos et al., 2005; Álvarez et al., 2005a) que clasifican la región alejada de las costas de la llanura Habana Matanzas y áreas cercanas como zona de máximo número de tormentas y un crecimiento del número de tormentas de norte a sur en la región centro oriental del país. El máximo absoluto se alcanza en la estación de Indio Hatuey (329) con el 9.7% del total de observaciones y el mínimo corresponde a la estación de Camagüey (355) con el 2.8%. Las tormentas con lluvia tienen una distribución muy similar a las de las tormentas en general, pero su porcentaje de ocurrencia no sobrepasa el 3% del total de observaciones. La estación de Santo Domingo (326) presenta en este caso a diferencia de las tormentas en general un comportamiento más parecido al de sus vecinas estaciones de la parte oriental y sobresalen como máximos las estaciones de Indio Hatuey (con el máximo absoluto del 2.8%) y Jovellanos. El valor mínimo se ubica en la estación de Nuevitas (353) con el 0.7%.

Marcha diaria.

Para el análisis de la marcha diaria agruparemos más los fenómenos, así la llovizna, la lluvia y los chubascos formarán el grupo denominado lluvia y las tormentas eléctricas se analizarán en general tanto los códigos relativos a la tormenta con lluvia o sin ella.

En la figura 8 se observa, a modo de ejemplo, la marcha diaria para el porcentaje de ocurrencia de observaciones consideradas en el grupo de códigos de cielo despejado. Para las estaciones donde son predominantes las brumas los horarios de cielo despejado suelen ser los de noche y madrugada, sin embargo en las estaciones donde el cielo despejado es predominante el fenómeno ocurre con aproximadamente la misma frecuencia en todos los horarios. En el caso de las estaciones 347, 353 y 355 hay cierta disminución de la frecuencia hacia las 07 hora local. El caso de la estación 329 queda con baja representación porque no hay mediciones en los horarios en que el fenómeno era preponderante.

En las estaciones 326, 330, 338 y 343 con alta representatividad de brumas la hora máxima frecuencia de cielo despejado corresponde a las 01, en la 339, la 352, la 353 y la 355, donde el cielo despejado es muy abundante, la hora de máxima ocurrencia es a las 10 y hay dos estaciones con equilibrio en dos horarios como es la 347 con máximos a las 04 y 10 y la 348 con máximos a las 10 y las 13 lo que diferencia a esta última estación del comportamiento general.

Las observaciones de visibilidad reducida fundamentalmente por las brumas suelen ser representativas de horas de la tarde, aunque en las estaciones más orientales su representatividad es muy baja a todas horas. Distribución muy singular la tiene la estación 348 (Caibarién) donde las brumas son significativas en todos los horarios, con una cierta disminución a las 07. Excepto en las estaciones 338 cuya máxima ocurrencia del fenómeno es a las 16, la estación 352 que es a las 13 y la estación 353 que es a las 07 hora

local, las restantes estaciones tienen su máximo de ocurrencia a las 10 hora local.

Las nieblas son más o menos representativas en dependencia de la estación pero aunque los valores de ocurrencia pueden empezar a ser significativos desde las 04 hora local, su máxima ocurrencia es en todas a las 07 hora local.

Aunque las lluvias en todas sus formas (lloviznas, lluvias o chubascos) tienen representatividad en todos los horarios, las horas de la tarde (entre las 13 y las 22) son las más favorecidas con este fenómeno, fundamentalmente el horario de las 19 hora local. Presentan particularidades la estación 338 donde el horario de las 10 tiene valores apreciables, la 348 donde hay un equilibrio de máxima ocurrencia entre las horas 19 y 22 y una presencia significativa de ocurrencia entre las 01 y 07 y la 339 donde los valores son bastante parejos en todos los horarios, pero el máximo se alcanza a las 07 y el mínimo de ocurrencia a las 16.

El relámpago visible es en todas las estaciones en estudio característico de horas de la noche y la madrugada (01, 04, 22 hora local), aunque en algunas estaciones tiene

representación desde las 19. La hora de máxima ocurrencia del fenómeno es a las 22 hora local para todas las estaciones. Los análisis para la 329 y 353 se ven afectados por la falta de datos que en horarios de noche y madrugada tienen estas estaciones.

Las tormentas eléctricas teniendo en cuenta todos los códigos relativos a las mismas se manifiesta fundamentalmente en horas de la tarde y la mayoría de los casos en las horas 16 y 19, aunque a las 13 y las 22 pueden tener representación apreciable. En todas las estaciones la máxima ocurrencia se alcanza a las 16, excepto en Cayo Coco (339) que se alcanza a las 19 hora local.

En general en la zona de estudio podría decirse que las estaciones donde predominan las brumas, el cielo despejado es característico de la noche y la madrugada y en las restantes estaciones de la mañana (fundamentalmente las 10 hora local), las brumas también suelen tener máximos sobre las 10, las lluvias en horas de la tarde, fundamentalmente a las 19, el relámpago visible es característico de la noche y la madrugada con máxima ocurrencia a las 22 y las tormentas eléctricas, de las últimas horas de la tarde con máximo a las 16 hora local.

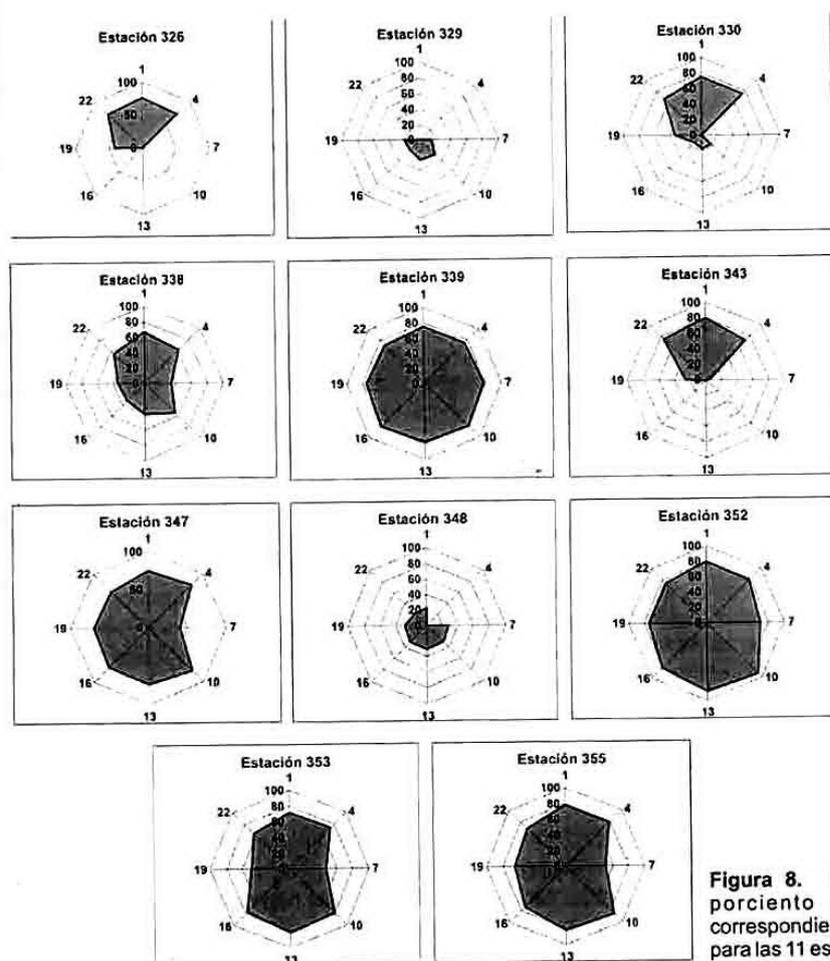


Figura 8. Representación de la marcha diaria del porcentaje de ocurrencia de observaciones correspondientes al grupo de códigos de cielo despejado para las 11 estaciones en estudio.

Marcha anual.

La marcha anual para los códigos asociados al cielo despejado en cada una de las estaciones en estudio se representa en la figura 9 a modo de ejemplo. Aquí se observa que a lo largo del año las distribuciones son fundamentalmente de dos tipos: las que tienen mayoría de observaciones en el período poco lluvioso fundamentalmente de noviembre a abril (estaciones 326, 330, 343, 347 y 348) y las que presentan una distribución bastante pareja entre todos los meses como la 329, la 338, la 339, la 352, la 353 y la 355. En estas últimas 4 estaciones correspondientes a la región oriental se observa una disminución en los meses de agosto a octubre. En la mayoría de las estaciones el mes de mayor número de observaciones es diciembre con la excepción de las estaciones 339 y la 353 donde es febrero, la 348 donde es marzo y la 352 donde es abril.

Para los códigos relativos a la visibilidad reducida la distribución anual del porcentaje de ocurrencia, aunque parece bastante pareja, es bastante específica de cada estación, así tenemos que para la 326 el período de máxima actividad abarca de abril a agosto, para la 329 de noviembre a mayo, la 330 de marzo a agosto, para la 338 de febrero a abril, la 339 con muy baja representación tiene sus máximos en junio y julio, la 343 de marzo a mayo, la 347 de distribución irregular tiene sus máximos entre abril y mayo y julio y agosto, la 348 de noviembre a mayo, la 352 entre julio y agosto, la 353 entre abril y octubre y la 355 entre abril y julio, estas dos últimas estaciones con muy poca representatividad. El mes de mayor ocurrencia del fenómeno es abril con la excepción de las estaciones 352 donde es agosto y las estaciones 339, 353 y 355 donde es julio.

Las nieblas son en general características del período poco lluvioso específicamente entre los meses de noviembre y marzo con la excepción de las estaciones 339 donde son mayoría específicamente en el primer trimestre y en la 347 donde son mayoría en el primer semestre. El mes de mayor ocurrencia del fenómeno es enero en todas las estaciones. Las lloviznas, lluvias y chubascos tienen un comportamiento bastante parecido en todas las estaciones. El máximo de ocurrencia se encuentra entre los meses de octubre y noviembre y existe un máximo secundario entre mayo y junio. En general se observa el comportamiento de las lluvias con dos picos de actividad y una sequía intraestival, aunque para estos fenómenos existe la característica de que los porcentajes de ocurrencia suelen ser menores para la sequía intraestival que para el período poco lluvioso. Respecto a esto debe tenerse en cuenta que en esta contabilidad no se tienen en cuenta las tormentas eléctricas que son una importante fuente de lluvias en el verano, por lo que podría sugerirse que la

forma fundamental de lluvias en el período poco lluvioso son las lloviznas, las lluvias y los chubascos, en la sequía intraestival las tormentas eléctricas y en los períodos de máxima actividad una combinación de todos los fenómenos relativos a las lluvias. El mes con mayor porcentaje de ocurrencia de lloviznas, lluvias y chubascos es noviembre en todas las estaciones con la excepción de la 329, la 330 y la 355 que es octubre.

El relámpago visible muestra un comportamiento muy regular en todas las estaciones en estudio con máximos de ocurrencia entre los meses de junio a octubre, fundamentalmente los meses de agosto y septiembre. El mes donde los máximos de ocurrencia son mayores es septiembre en todas las estaciones excepto en Indio Hatuey (329) donde es octubre, pero esta estación no debe tenerse en cuenta para este fenómeno, pues su ocurrencia es fundamentalmente de noche y madrugada donde la misma casi no posee mediciones.

Las tormentas eléctricas ocurren en los meses de verano fundamentalmente entre los meses de junio y septiembre y las distribuciones son bastante regulares para las estaciones en estudio aunque en el caso de las estaciones 339, 347, 352, 353 y 355 (en esta última el efecto es menos pronunciado) la distribución es bimodal con un máximo absoluto entre agosto y septiembre y otro en el mes de junio, coincidiendo estas estaciones con las que se encuentran en la parte oriental de la zona de estudio. Un comportamiento similar fue observado por Lecha et al. (1994) y Álvarez et al. (2005b) tanto en el estudio de la marcha anual mes a mes, como de la marcha anual día a día. El mes de mayor porcentaje de ocurrencia es septiembre, excepto las estaciones 326, la 330, la 343 y la 355 que es agosto y la 329 que su máximo ocurre en junio.

En general puede decirse que el cielo despejado presenta dos tipos de distribuciones a lo largo del año: las que tienen mayoría de ocurrencia en el período poco lluvioso (generalmente las estaciones de la región occidental) y las que tienen una representación apreciable en todos los meses. Las brumas suelen tener representación más o menos igual en todos los meses del año, presentando el mayor porcentaje de ocurrencia abril y julio. Las nieblas ocurren fundamentalmente en el período poco lluvioso y su mes más preponderante es enero. Las lloviznas, lluvias y chubascos tienen mayor ocurrencia entre octubre y noviembre y en su distribución se observan valores más bajos durante la sequía interestival, que durante los meses del período poco lluvioso. El relámpago visible es característico de los meses de junio a octubre con máximo en septiembre y las tormentas eléctricas de junio a septiembre con máximos en agosto y septiembre, observándose una distribución bimodal para las estaciones de la parte más oriental de la zona de estudio.

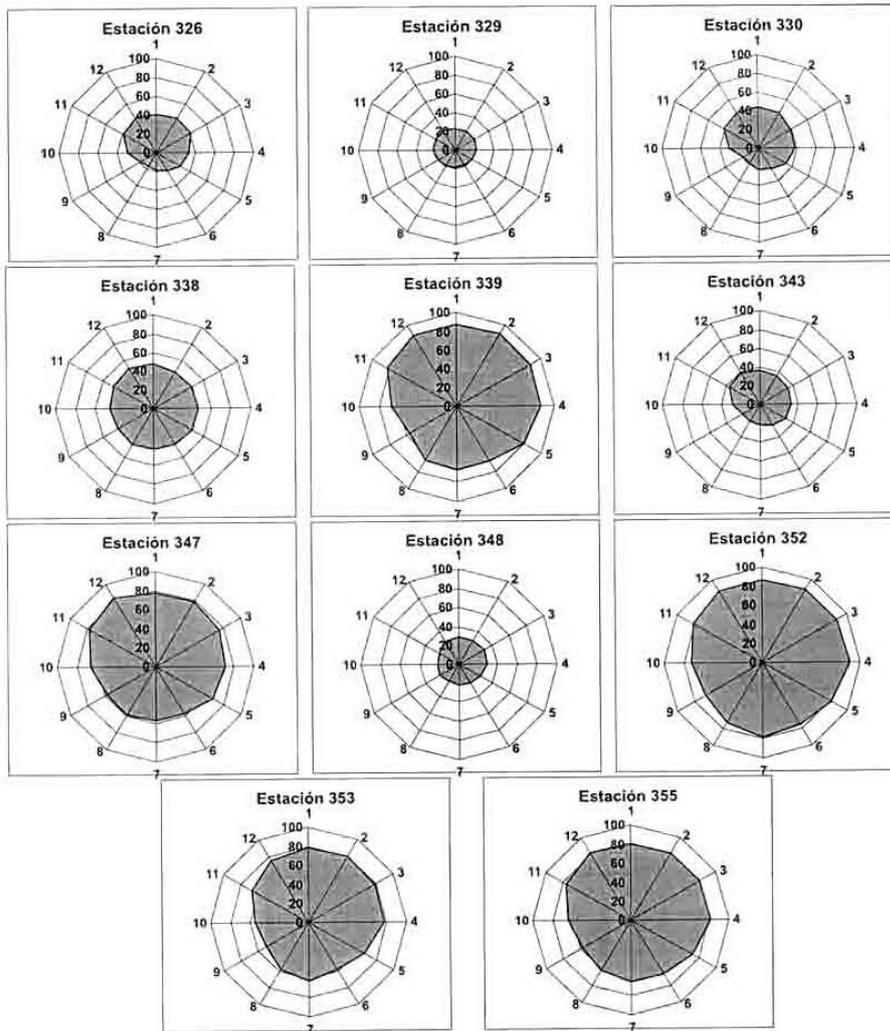


Figura 9. Marcha anual del porciento de ocurrencia de observaciones relativas al grupo de códigos de cielo despejado para las 11 estaciones en estudio.

Análisis de tendencia.

Todos los análisis de homogeneidad de las series se resumen en las Tablas de la 3 a la 8. Los números romanos que encabezan las columnas representan lo siguiente:

- I Número de la estación según convenio de la OMM.
- II Valor máximo de la serie.
- III Valor mínimo de la serie.
- IV Número de ceros.
- V Descriptor del gráfico.
- VI - Nivel de significación para el estadígrafo de Wald Wolfowitz (según convenio).
- VII - Nivel de significación para el estadígrafo de Spearman (según convenio).
- VIII - Nivel de significación para el estadígrafo de Mann Kendall (según convenio).
- IX - Número de cortes entre las series directa y retrógrada del estadígrafo de Mann Kendall.

X - Valor de la abscisa correspondiente al corte entre las series directa y retrógrada del estadígrafo de Mann Kendall (en caso de ser uno).

XI. Nivel de significación para el estadígrafo de Fisher que relaciona los estadígrafos de Wald Wolfowitz y Spearman (según convenio).

XII. Nivel de significación para el estadígrafo de Fisher que relaciona los estadígrafos de Wald Wolfowitz y Mann Kendall (según convenio).

XIII - Nivel de significación para el estadígrafo de Pettitt (según convenio).

XIV - Valor de la abscisa correspondiente al valor extremo del estadígrafo de Pettitt.

Las tablas están agrupadas por fenómenos y la Tabla 9 recoge las conclusiones del análisis por fenómenos y estaciones.

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV
326	0.3486	0.1393	0	Creciente	1	2	2	5	-	2	2	2	1988
329	0.8370	0.0000	1	Abrupta pronunciada	2	-2	-2	3	-	2	2	2	1981
330	0.5604	0.0729	0	Alto bajo medio	2	-1	-1	1	1985	2	2	2	1979
338	0.8651	0.1491	0	Abrupta	2	-2	-2	3	-	2	2	2	1977
339	0.8566	0.6582	0	Creciente	2	2	2	1	1996	2	2	2	1995
343	0.4239	0.1882	0	Regular	1	0	0	7	-	1	1	0	1986
347	0.8433	0.4106	0	Creciente en escalera	2	2	2	1	1991	2	2	2	1989
348	0.8687	0.0000	1	Abrupta pronunciada	2	-2	-2	1	1983	2	2	2	1983
352	0.8745	0.4429	0	Regular	2	0	0	1	2001	2	2	0	1997
353	0.7458	0.5236	0	Regular	2	0	0	3	-	2	2	0	1975
355	0.8322	0.4989	0	Creciente	2	2	2	1	1975	2	2	2	1980

Tabla 3. Resumen de análisis de la tendencia para las series de códigos relacionados con el cielo despejado de las 11 estaciones en estudio del ecosistema costero Sabana Camagüey.

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV
326	0.6387	0.4380	0	Decreciente	2	-2	-2	3	-	2	2	2	1988
329	0.7682	0.0139	0	Abrupta pronunciada	2	2	2	1	1990	2	2	2	1981
330	0.6301	0.1838	0	Bajo – medio	2	0	0	5	-	2	2	1	1978
338	0.5070	0.0000	1	Abrupta pronunciada	2	2	2	3	-	2	2	2	1977
339	0.0715	0.0003	0	Abrupta pronunciada	2	-2	-2	1	1999	2	2	2	1995
343	0.5729	0.3354	0	Regular	2	0	0	7	-	2	2	0	1994
347	0.2911	0.0027	0	Decreciente en escalera	2	-2	-2	1	1987	2	2	2	1988
348	0.8578	0.0056	0	Abrupta pronunciada	2	2	2	1	1979	2	2	2	1982
352	0.4187	0.0000	16	Regular (baja representatividad)	2	0	0	1	1971	2	2	0	1982
353	0.2976	0.0000	2	Bajo – alto	2	0	0	5	-	2	2	1	1997
355	0.1284	0.0023	0	decreciente	2	0	0	1	1974	2	2	1	1980

Tabla 4. Resumen de análisis de la tendencia para las series de códigos relacionados con la visibilidad reducida (brumas) de las 11 estaciones en estudio del ecosistema costero Sabana Camagüey.

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV
326	0.0770	0.0236	0	Decreciente	2	-2	-2	3	-	2	2	2	1989
329	0.1991	0.0446	0	Decreciente en escalera	2	-2	-2	3	-	2	2	2	1992
330	0.1567	0.0416	0	Creciente	2	2	2	1	1978	2	2	2	1979
338	0.2460	0.0345	0	Alto – bajo – bajo	2	0	0	1	1975	2	2	2	1977
339	0.0195	0.0020	0	Abrupta pronunciada	2	-2	-2	1	1999	2	2	2	1998
343	0.1449	0.0339	0	Decreciente	2	-2	-2	3	-	2	2	2	1994
347	0.1485	0.0353	0	Decreciente en escalera	2	-2	-2	1	1991	2	2	2	1989
348	0.1280	0.0116	0	Bajo – alto	2	0	0	1	1981	2	2	2	1980
352	0.1663	0.0153	0	Creciente	2	2	2	1	1998	2	2	2	1984
353	0.0967	0.0151	0	Decreciente en escalera	2	-2	-2	3	-	2	2	2	1988
355	0.1496	0.0239	0	Decreciente en escalera	2	-2	-2	1	1980	2	2	2	1982

Tabla 5. Resumen de análisis de la tendencia para las series de códigos relacionados con las nieblas de las 11 estaciones en estudio del ecosistema costero Sabana Camagüey.

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV
326	0.0373	0.0171	0	Regular	1	0	0	1	1996	0	0	1	1995
329	0.0609	0.0236	0	Regular	0	0	0	7	-	0	0	0	1980
330	0.0668	0.0319	0	Regular	1	0	0	7	-	0	0		1975
338	0.1234	0.0349	0	Decreciente	2	-2	-2	1	1978	2	2	2	1980
339	0.0695	0.0428	0	Decreciente	2	-2	-2	1	1994	2	2	2	1996
343	0.0583	0.0205	0	Alto – bajo – alto	2	0	0	1	1979	2	2	1	1985
347	0.0691	0.0229	0	Decreciente en escalera	2	-2	-2	1	1986	2	2	2	1991
348	0.0660	0.0309	0	Decreciente en escalera	2	-2	-2	1	1986	2	2	2	1988
352	0.0647	0.0235	0	Decreciente	2	-2	-2	1	1974	2	2	2	1981
353	0.0608	0.0092	0	Creciente	2	2	2	5	-	2	2	2	1995
355	0.0736	0.0274	0	Regular	0	0	0	1	1982	0	0	0	1980

Tabla 6. Resumen de análisis de la tendencia para las series de códigos relacionados con las lluvias de las 11 estaciones en estudio del ecosistema costero Sabana Camagüey.

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV
326	0.1257	0.0129	0	Medio – bajo	2	0	0	1	1981	2	2	2	1988
329	0.0367	0.0045	0	Regular	2	0	0	3	-	2	2	0	1981
330	0.1058	0.0093	0	Creciente	2	2	2	3	-	2	2	2	1981
338	0.0884	0.0033	0	Creciente	2	2	2	1	1978	2	2	2	1980
339	0.1229	0.0346	0	Decreciente	2	-2	-2	1	1995	2	2	2	1995
343	0.0798	0.0222	0	Regular	0	0	0	1	1979	0	0	0	1981
347	0.1212	0.0115	0	Creciente	2	2	2	1	1986	2	2	2	1988
348	0.0966	0.0126	0	Creciente	2	2	2	1	1982	2	2	2	1988
352	0.1226	0.0099	0	Regular	2	0	0	1	1981	2	2	0	1980
353	0.1648	0.0693	0	Decreciente	2	-2	-2	3	-	2	2	2	1977
355	0.1397	0.0441	0	Alto – medio – bajo	2	0	0	1	1979	2	2	2	1978

Tabla 7. Resumen de análisis de la tendencia para las series de código de relámpago visible para las 11 estaciones en estudio del ecosistema costero Sabana Camagüey.

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV
326	0.0956	0.0329	0	Regular	0	0	0	3	-	0	0	0	1987
329	0.1353	0.0394	0	Creciente	2	2	2	1	1981	2	2	2	1980
330	0.0751	0.0415	0	Regular	2	0	0	3	-	1	2	0	1988
338	0.0548	0.0169	0	Regular	2	0	0	1	1971	2	1	0	1973
339	0.0459	0.0246	0	Decreciente	0	-2	-2	1	1998	1	1	1	1997
343	0.0681	0.0332	0	Creciente	0	2	2	1	1994	0	0	1	1988
347	0.0874	0.0219	0	Decreciente	2	-2	-2	1	1995	2	2	2	1991
348	0.0726	0.0250	0	Creciente en escalera	2	2	2	1	1989	2	2	2	1986
352	0.0778	0.0213	0	Creciente en escalera	2	2	2	3	-	2	2	2	1981
353	0.0673	0.0142	0	Regular	2	0	0	9	-	2	2	0	1992
355	0.0503	0.0120	0	Creciente en escalera	2	2	2	1	1989	2	2	2	1985

Tabla 8. Resumen de análisis de la tendencia para las series de códigos relacionados con las tormentas eléctricas de las 11 estaciones en estudio del ecosistema costero Sabana Camagüey.

Tipo de fenómeno	No. de la estación	Conclusión sobre el análisis de homogeneidad de la serie.
Despejado	326	Serie creciente significativa
	329	Decreciente altamente significativa, pero con cambio muy brusco
	330	Decreciente significativa, con posible punto de cambio en 1985
	338	Creciente altamente significativa, con posible punto de cambio en 1996 (la serie es corta).
	339	Homogénea
	343	Decreciente altamente significativa, pero con cambio brusco.
	347	Creciente altamente significativa con posible punto de cambio en 1991.
	348	Decreciente altamente significativa, pero con cambio muy brusco alrededor de 1983.
	352	Homogénea.
	353	Homogénea
Bruma	326	Decreciente altamente significativa.
	329	Creciente altamente significativa, pero con cambio muy brusco.
	330	Homogénea.
	338	Creciente altamente significativa, pero con cambio muy brusco.
	339	Decreciente altamente significativa, pero con cambio muy brusco.
	343	Homogénea.
	347	Decreciente altamente significativa con posible punto de cambio en 1987.
	348	Creciente altamente significativa, pero con cambio muy brusco alrededor de 1982.
	352	Homogénea.
	353	Homogénea.
Niebla	326	Decreciente altamente significativa.
	329	Decreciente altamente significativa.
	330	Creciente altamente significativa con posible punto de cambio en 1979.
	338	Homogénea.
	339	No presenta correlación interna, no se arriba a conclusión.
	343	Decreciente altamente significativa.
	347	Decreciente altamente significativa con un posible punto de cambio en 1989.
	348	Homogénea.
	352	Creciente altamente significativa.
	353	Decreciente altamente significativa.
Lluvia	326	Homogénea.
	329	Homogénea.
	330	Homogénea.
	338	Decreciente altamente significativa, con posible punto de cambio en 1980.
	339	Decreciente altamente significativa, con posible punto de cambio en 1996.
	343	Homogénea.
	347	Decreciente altamente significativa con un posible punto de cambio en 1986.
	348	Decreciente altamente significativa con un posible punto de cambio en 1986.
	352	Decreciente altamente significativa con un posible punto de cambio en 1981.
	353	Creciente altamente significativa.
	326	Homogénea.
	329	Es poco representativa del fenómeno, no se puede arribar a una conclusión.

Tabla 9. Resumen sobre el análisis de tendencia por grupos de códigos de tiempo presente y estaciones.

Relámpago	326	Homogénea.
	329	Es poco representativa del fenómeno, no se puede arribar a una conclusión.
	330	Creciente altamente significativa.
	338	Creciente altamente significativa con un posible punto de cambio en 1980.
	339	Decreciente altamente significativa con un posible punto de cambio en 1995.
	343	Homogénea.
	347	Creciente altamente significativa con un posible punto de cambio en 1988.
	348	Creciente altamente significativa con un posible punto de cambio en 1982.
	352	Homogénea.
	353	Decreciente altamente significativa.
	355	Homogénea.
Tormenta	326	Homogénea.
	329	Creciente altamente significativa con un posible punto de cambio en 1981.
	330	Homogénea.
	338	Homogénea.
	339	No hay correlación interna, no se arriba a una conclusión.
	343	No hay correlación interna, no se arriba a una conclusión.
	347	Decreciente altamente significativa con posible punto de cambio en 1991.
	348	Creciente altamente significativa con posible punto de cambio en 1989.
	352	Creciente altamente significativa.
	353	Homogénea.
	355	Creciente altamente significativa con posible punto de cambio en 1985.

En general de la tendencia puede decirse que hay una relación inversa entre los códigos relativos a cielo despejado y los relativos a visibilidad reducida, cuando unos crecen en número de observaciones por año los otros disminuyen y viceversa, aunque en este sentido hay estaciones donde el cambio es muy brusco como Indio Hatuey (329), Sagua la Grande (338) y Caibarién (348) lo que podría implicar un cambio en el método de medición. Las nieblas y las lluvias en casi todas las estaciones tienden a ser decrecientes u homogéneas y el número de observaciones por año relativas al relámpago visible y las tormentas eléctricas tiende a ser homogéneas o crecientes. En el caso de las tormentas eléctricas el análisis es semejante al realizado por Álvarez y colaboradores (2005a), aunque hay diferencias en algunas estaciones de la parte más occidental de la región de estudio, debido a la falta de datos en diferentes horarios, principalmente noche y madrugada, ya que el estudio mencionado se realizó para observaciones diurnas tratando de hacer las series lo más representativas posibles.

Conclusiones y recomendaciones.

En la zona del ecosistema costero Sabana Camagüey hay una diferencia espacial marcada entre las estaciones de la región occidental donde abundan los códigos de visibilidad reducida, fundamentalmente por las brumas y las estaciones de la región oriental donde abundan los cielos

despejados.

Las nieblas en general en la zona de estudio pueden ser superiores al 10% del total de observaciones y la distribución entre estaciones no muestra un patrón definido, aunque suele ser menor en estaciones más cercanas a la costa.

Las lloviznas tienen muy baja representatividad con valores no mayores que el 0.5%, sin embargo las variaciones entre estaciones suelen ser muy marcadas, aunque la distribución espacial no presenta zonas definidas.

Tanto las lluvias como los chubascos alcanzan valores por encima del 3% y la variación entre estaciones no es muy marcada, ni tienen un patrón espacial definido.

El relámpago visible alcanza valores por encima del 10% del total de observaciones y su distribución es bastante pareja, con una variación entre estaciones de 3% como promedio. Las tormentas eléctricas en general pueden alcanzar valores por encima del 9% del total de observaciones y su mayor prevalencia se debe a las observaciones de trueno. Para este fenómeno se marcan dos grupos en la distribución espacial, uno dado por las tres estaciones más occidentales donde se agrupan los valores de mayor ocurrencia y las restantes estaciones donde los porcentajes de ocurrencia suelen ser más bajos.

En la zona de estudio para las estaciones donde predominan las brumas, el cielo despejado es característico de la noche y la madrugada y en las restantes

estaciones, de la mañana (fundamentalmente 10 hora local), las brumas también suelen tener máximos sobre las 10, las lluvias en horas de la tarde, fundamentalmente a las 19, el relámpago visible es característico de la noche y la madrugada con máxima ocurrencia a las 22 y las tormentas eléctricas de las últimas horas de la tarde con máximo a las 16 hora local.

El cielo despejado, en el ecosistema, presenta dos tipos de distribuciones a lo largo del año: las que tienen mayoría de ocurrencia en el periodo poco lluvioso (generalmente las estaciones de la región occidental) y las que tienen una representación apreciable en todos los meses. Las brumas son aproximadamente igual en representación en todos los meses del año, siendo los de mayor por ciento de ocurrencia abril y julio. Las nieblas ocurren fundamentalmente en el periodo poco lluvioso y su mes más preponderante es enero. Las lloviznas, lluvias y chubascos tienen mayor ocurrencia entre octubre y noviembre y en su distribución se observan valores más bajos durante la sequía intraestival, que durante los meses del periodo poco lluvioso. El relámpago visible es característico de los meses de junio a octubre con máximo en septiembre y las tormentas eléctricas de junio a septiembre con máximos en agosto y septiembre, observándose una distribución bimodal para las estaciones de la parte más oriental de la zona de estudio.

Existe, con respecto al análisis de tendencia, una relación inversa entre los códigos relativos a cielo despejado y los relativos a visibilidad reducida, cuando unos crecen en número de observaciones por año los otros disminuyen y viceversa, aunque en este sentido hay estaciones donde el cambio es muy brusco, lo que podría implicar un cambio en el método de medición. Las nieblas y las lluvias en casi todas las estaciones tienden a ser decrecientes u homogéneas y el número de observaciones por año relativas al relámpago visible y las tormentas eléctricas tiende a ser homogéneas o crecientes.

Se recomienda realizar un estudio más detallado de los fenómenos a partir de la descripción que brinda la variable estado del tiempo presente.

Se recomienda realizar un trabajo de completamiento o estimación de la información faltante en las estaciones más afectadas por esta carencia para reconsiderar el análisis de tendencia de las series relativas a algunos tipos de fenómenos.

Referencias.

Alexander W. H. (1924): Distribution of thunderstorms in the United States. *Monthly Weather Review*, 52(7): 337 - 348.
Alfonso A. P. (1980): Descripción preliminar de las condiciones en Isla de la Juventud. Informe Científico Técnico No. 134, Instituto de Meteorología, 25 pp.
Alfonso A. P.; A. Florido (1993): *El Clima de Matanzas*. Editorial Academia, La Habana, 113 pp.
Álvarez L., I. Borrajero, R. Álvarez, L. Aenlle, B. Pérez, N. Fernández (2005a): Estudio de la localización espacial de

las tormentas eléctricas en Cuba y su tendencia. Informe de Resultado Científico Técnico, UDICT, Instituto de Meteorología, 90 pp.

Álvarez L., I. Borrajero, R. Álvarez (2005b): Regionalización de las tormentas eléctricas en Cuba a partir del estudio de su marcha anual. Memorias III Congreso Cubano de Meteorología, Ciudad Habana, Cuba, del 5 al 9 de diciembre del 2005, publicación electrónica.

Campos A.; L. Álvarez; A. León; I. González; R. Vega; I. Borrajero; A. Guevara (2005): Características espaciales del número de días con tormenta en la República de Cuba. Memorias III Congreso Cubano de Meteorología, Ciudad Habana, Cuba, del 5 al 9 de diciembre del 2005, publicación electrónica.

Changnon S. A. (1988): Climatology of Thunder Events in the Conterminous United States. Part II: Spatial Aspects. *Journal of Climate*, 1(4): 399405.

Dai A. (2001): Global Precipitation and Thunderstorm Frequencies. Part I: Seasonal and Interannual Variations. *Journal of Climate*, 14(6): 10921111.

Easterling D. R.; P. J. Robinson (1985): The Diurnal Variation of Thunderstorm Activity in the United States. *Journal of Applied Meteorology*, 24(10): 10481058.

Hardwick W. C. (1973): Monthly Fog Frequency in the Continental United States. *MWR*, Vol. 101, No. 10, 763766.

Lecha L. B.; L. R. Paz y B. Lapinel, eds. (1994): *El Clima de Cuba*. Editorial Academia, La Habana, 186 pp.

OMM (Organización Meteorológica Mundial) (1956): *World distribution thunderstorm days*. WMO No. 21, TP 21, 71 pp.

OMM (1992): *Manual de Claves*. Documento No. 306. Volumen 1 Parte A, Claves Alfanuméricas.

Robert L. P. (1969): Heavy-fog regions in the conterminous United States. *MWR*, Vol. 97, No. 2, pp 116 123.

Sneyers, R. (1990): *On the statistical analysis of series of observations*. Technical Note No. 143, WMO-No. 415, 192 pp.

Sosa M.; O. Rodríguez; R. Hernández (1992): Las nieblas en las Provincias Habaneras. *Revista Cubana de Meteorología*, Vol. 5, No. 2, pp 28 34.

Tardif, R. (2004 a): Characterizing fog occurrences in the north-eastern United States using historical data. 11th Conference on Aviation, Range and Aerospace Meteorology, American Meteorological Society, Hyannis, Massachusetts, USA, October 2004. http://ams.confex.com/ams/11aram22s1s/techprogram/paper_81650.htm.

Ward R. D. (1925): *The Climates of the United States*, Ginn and Co., Boston, 528 pp.

WRC (1942a): *Climate and Weather of Southeast Asia. Part I. India, Burma and Southern China*. Publications of the Weather Research Center, Vol. V, No. 3, 130 pp.

WRC (1942b): *Climate and Weather of the British Isles*. Publications of the Weather Research Center, Vol. VI, No. 2, 126 pp.

WRC (1942c): *Climate and Weather of the West Coast of Africa and the Eastern Atlantic Islands*. Publications of the Weather Research Center, Vol. II, No. 3, 40 pp.

Preliminary analysis of the behavior of significant meteorological phenomena at the Sabana Camaguey coastal ecosystem.

Abstract. Based on tri-hourly records of the present weather variable at 11 stations embracing the coastal ecosystem Sabana-Camaguey a study was made of several significant meteorological phenomena (clear sky, haze, fog, drizzle, rainfall, rain showers, lightning and thunderstorms), specifying the daily and yearly course for each one. The analysis revealed that over the zone there is a marked spatial difference between the stations belonging to the West extreme, where prevails and the Eastern region, where clear skies are plentiful. At stations where

hazes prevail, clear sky is characteristic of the early hours, around dawn and at the rest of the stations it shows more often in the morning. The most significant phenomena are clear skies and hazes, followed by fog, lightning and thunderstorms. The least significant were those associated to showers, rain and drizzles. The trend analysis shows that when the frequency of clear skies increases, those of hazes, fogs and drizzles have a trend to be either decreasing or homogeneous, while those of lightning and thunderstorms use to be homogeneous or increasing.

Key words: present weather, significant meteorological phenomena, clear sky, haze, fog, drizzle, rainfall, rain showers, lightning, thunderstorms.