



Verificación de pronósticos climáticos en la región Habana, Artemisa y Mayabeque



Verification of climate forecasts in the Havana, Artemisa and Mayabeque region

<https://cu-id.com/2377/v29n1e09>

 Surisbel Larrea Valero¹,  Yanssel Gómez Zamora²

¹División Ambiental, Inversiones Gamma, S.A., La Habana, Cuba.

²Oficina Meteorológica Zona Especial de Desarrollo Mariel, dirección: Vial del Escarpe, Sector A, Zona 4, Zona Especial de Desarrollo Mariel, Artemisa, Cuba.

RESUMEN: Se verifican los pronósticos climáticos de las variables temperatura y precipitación en la región de La Habana, Artemisa y Mayabeque, para el período del 2019-2021. Esta evaluación se realiza para los pronósticos obtenidos a partir del método de los análogos, los proporcionados por la Herramienta de Predicción Climática (CPT) y los pronósticos generales realizados a partir de la vinculación de ambos métodos con los modelos climáticos y el criterio de expertos. Para ello se utilizaron los índices de verificación tasa de aciertos, puntuación de habilidad de aciertos, error lineal en el espacio de probabilidad y el puntaje de rango de probabilidad para los períodos lluviosos y poco lluviosos por separado, así como las diversas localizaciones geográficas de la zona de estudio. Los mejores resultados son obtenidos por la herramienta CPT y los pronósticos generales, con un total de 120 y 115 pronósticos con buenos resultados, respectivamente. La variable que mejor se ajustó a los pronósticos climáticos en esta región fue la temperatura, específicamente en la costa norte del área de estudio, los valores promedios de los índices fueron de 63; 44; 35 y 26, respectivamente, ya que la precipitación presenta mayor variabilidad.

PALABRAS CLAVE: Pronósticos climáticos, verificación, temperatura, precipitación.

ABSTRACT: The climatic forecasts of the temperature and precipitation variables in the Havana, Artemisa and Mayabeque region are verified, for the period 2019-2021. This evaluation is carried out for the forecasts obtained from the analogue method, those provided by the Climate Prediction Tool (CPT) and the general forecasts made from the linking of both methods with climate models and the criteria of experts. For this, the verification indices Hit Rate, Hit Skill Score, Linear Error of Probability Space and Ranked Probability Score were used, and the rainy and dry periods were studied separately, as well as the different geographical locations of the study area. The best results are obtained by the CPT and the general forecasts, with a total of 120 and 115 forecasts with good results, respectively. The variable that best adjusted to the climate forecasts in this region was the temperature, specifically on the north coast of the study area, the average values of the indices were 63; 44; 35 and 26, respectively, since precipitation presents greater variability.

KEY WORDS: Climate forecasts, verification, temperature, precipitation.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años existe un auge de los pronósticos climáticos, como una de las actividades fundamentales para predecir las condiciones del clima. De ahí que en el Centro Meteorológico Provincial, Habana, Artemisa y Mayabeque, desde el año 2018, se comenzaron a realizar pronósticos climáticos, específicamente de las variables temperatura y precipitación. Debido a la importancia que estos representan para las actividades que se desarrollan en la región, es necesario verificarlos para conocer la efectividad que tienen y poder trabajar en su mejora.

Un pronóstico climático hace referencia al intento de obtener una estimación cuantitativa o cualitativa de la evolución real del clima en el futuro. Un ejemplo de método de predicción es el método de los análogos, que se basa en la búsqueda, en una base de datos histórica, de situaciones de gran escala similares a una situación de análisis determinada (Pascual et al., 2012). También se cuenta con varias herramientas, que le incorporan a las convencionales el desarrollo tecnológico. Una de ellas es la Herramienta de Predicción Climática o CPT, un paquete de software para construir un modelo de pronóstico climático estacional, realizar la validación del modelo y producir pronósticos con datos actualizados

*Autor para correspondencia: surisbellarrea@gmail.com

Recibido: 03/09/2022

Aceptado: 30/11/2022

La verificación de los pronósticos está en correspondencia con el crecimiento económico y social que exige una mejor precisión y conocimiento de los fenómenos meteorológicos. El desarrollo de investigaciones, que estén encaminadas a reducir impactos por fenómenos climáticos como la sequía, que es uno de los que mayor pérdida causa a la agricultura de esta región, tienen un gran aporte económico.

Con el desarrollo del proceso de la verificación, su definición también sufrió modificaciones. El concepto inicial fue expresado por [Murphy & Winkler \(1987\)](#), planteando que: "...la verificación implica una caracterización de los pronósticos y observaciones." Un poco más tarde, [Jolliffe & Stephenson \(2003\)](#) expresan que: "...es el proceso de determinar la calidad de pronósticos..." Diez años después, [Saulo & Ruiz \(2013\)](#) llegaron a una idea más general, que ha sido utilizada en los estudios posteriores, incluyendo el presente, ellos plantearon que la verificación no es más que el proceso comparativo de las predicciones meteorológicas siguiendo determinadas pautas.

Como antecedentes del proceso de verificación como tal, se tiene el trabajo de [Finley \(1884\)](#) con su tabla de contingencia de 2x2, que es el primer estudio al que se hace mención de la verificación; está el de [Brier & Allen \(1951\)](#) por plantear el objetivo principal de la verificación; los de [Murphy & Winkler \(1987\)](#), [Jolliffe & Stephenson \(2003\)](#) y [Saulo & Ruiz \(2013\)](#) por aportar las definiciones de verificación antes vistas, y el de [Wilks \(2006\)](#) por introducir el uso de la estadística en la verificación.

Por otra parte, se tienen los estudios relacionados con la verificación de los pronósticos climáticos con más significación para la investigación. Entre ellos está el artículo elaborado por [Ebert et al. \(2013\)](#), en el cual caracterizaron los avances y desafíos de la verificación de los pronósticos climáticos. También el artículo publicado por [Manubens et al. \(2018\)](#) en el cual ofrecen un paquete R de código abierto para la verificación de los pronósticos climáticos utilizando puntajes de última generación. Y por último la tesis de doctorado de [Madrigal \(2020\)](#) en la cual propone una metodología para corregir el sesgo sistemático de los pronósticos climáticos estacionales de precipitación y temperatura.

En Cuba los estudios encaminados a la verificación de los pronósticos comenzaron desde 1975 con el estudio de [Sorochinski et al. \(1975\)](#); el cual fue utilizado como base para otras investigaciones como la de [Barcia et al. \(2012\)](#). A estos le siguió el trabajo de [Moya et al. \(2013\)](#) en el que se realiza una modificación a la metodología utilizada hasta ese momento. Pero no es hasta el 2015 que se realizan los primeros trabajos sobre el análisis de la efectividad de los pronósticos con los trabajos de [Valderá \(2017\)](#) y [Valderá et al. \(2017a\)](#). Son muchas las investigaciones relacionadas con la verificación de los pronósticos, sin embargo, la mayoría de estos trabajos se limitan a verificar



Figura 1. Localización de las estaciones meteorológicas con las que cuentan las provincias La Habana, Artemisa y Mayabeque.

pronósticos de corto plazo. Aunque la verificación de las perspectivas climáticas se realiza trimestralmente, estas solo se hacen para el trabajo operativo, y es por esa razón que al menos en la bibliografía revisada, no se encontró ninguna publicación en el territorio nacional relacionada con la verificación de los pronósticos climáticos.

Por ello el objetivo general de este trabajo verificar los pronósticos climáticos realizados para La Habana, Artemisa y Mayabeque durante el período comprendido entre el 2019 y el 2021.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el desarrollo de la investigación se trabajó con los datos correspondientes a las estaciones meteorológicas de superficie que operan en el área de La Habana, Artemisa y Mayabeque, representadas en la [figura 1](#); excluyendo los de las estaciones ubicadas en Bainoa y Melena del Sur ya que su serie cronológica se encuentra incompleta. Los datos se agruparon comenzando en mayo del 2019 y terminando en abril del 2021, de tal manera que coincidan con los períodos lluviosos y poco lluviosos de estos años, dividiéndolos trimestralmente, y ordenándolos por su localización geográfica ([Tabla 1](#)), con el fin de obtener mediciones representativas de diversas localizaciones geográficas.

Se verificaron los pronósticos climáticos de temperatura y precipitación realizados a partir del método de los análogos, los proporcionados por el CPT, y los pronósticos generales, donde se tienen en cuenta ambas herramientas en conjunto con los modelos climáticos y el criterio de expertos. Fueron verificados todos los pronósticos con el fin de determinar con cuál de las herramientas utilizadas en su elaboración se obtienen los mejores resultados.

Los períodos analizados se caracterizaron según la norma climática 1981-2010. En el caso de los datos de precipitación fueron utilizados los acumulados mientras que, para los datos de las temperaturas, máxima y mínima, se utilizaron los promedios.

Se emplearon los índices de verificación que recomienda el Centro del Clima del Instituto de Meteorología de Cuba (Tabla 3), y para ello fue necesaria la construcción de tablas de contingencia (3x3) (Tabla 2), ya que este es el método más útil de presentar y comparar lo pronosticado y lo observado, y además estas proporcionan la base para la obtención de los índices (Roura, 2018). Para el procesamiento estadístico y cálculo de los índices se utilizó el software Excel 2013.

Donde f_{op} es la frecuencia empírica, es decir, el número de parejas que pertenecen a la categoría op . x

BN: Bajo la Norma.

N: En la Norma.

AN: Sobre la Norma.

$$C = f_{11} + f_{12} + f_{13}$$

$$K = f_{11} + f_{12} + f_{13}$$

$$D = f_{21} + f_{22} + f_{23}$$

$$L = f_{21} + f_{22} + f_{23}$$

$$E = f_{31} + f_{32} + f_{33}$$

$$M = f_{31} + f_{32} + f_{33}$$

$$n = C + D + E + L + M + n$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Efectividad de las herramientas

La cantidad de pronósticos de precipitación (RR), temperatura máxima (Tx) y temperatura mínima (Tn) que fueron verificados se clasificaron como pésimos, malos, y regulares (P, M, R), y como buenos, muy buenos y excelentes (B, MB, E) (Tabla 4).

Tabla 1. Estaciones meteorológicas agrupadas por su localización geográfica.

Número de estación	Nombre de estación	Localización geográfica
78318	Bahía Honda	
78325	Casablanca	Costa Norte (CN)
78374	Tapaste	
78376	Bauta	
78373	Santiago de las Vegas	Interior (I)
78323	Güines	
78320	Güira de Melena	Costa Sur (CS)
78322	Batabanó	

Tabla 2. Tabla de Contingencia (3x3)

		PRONÓSTICO			
		BN	N	AN	Total
OBSERVACIÓN	BN	f_{11}	f_{12}	f_{13}	C
	N	f_{21}	f_{22}	f_{23}	D
	AN	f_{31}	f_{32}	f_{33}	E
	Total	K	L	M	n

Tabla 3. Índices de verificación recomendados por el Centro del Clima

Índices de verificación	Ecuación	Rango
Tasa de aciertos (HR)	$HR = 100 * \left(\frac{11 + 22 + 33}{n} \right)$	HR=100 si el pronóstico es perfecto; HR=0 si el pronóstico es totalmente equivocado.
Puntuación de habilidad de aciertos (HSS)	$HSS = 100 * \left(\frac{R - 33,3}{100 - 33,3} \right)$	HSS=0 si el pronóstico es al azar; HSS=100 si el pronóstico es perfecto; HSS=-100 si el pronóstico no tiene ningún grado de habilidad.
Error lineal en el espacio de probabilidad (LEPS)	$LES = 100 * \left(\frac{1}{Z2} \right)$	LEPS=0 si el pronóstico es aleatorio; LEPS=100 si el pronóstico es perfecto, Los valores negativos indican que los fallos dominan el análisis.
Puntaje de rango de probabilidad (RPS)	$RPS = \frac{100}{j-1} \left[\sum_{m=1}^j \left(\sum_{f=1}^m Pf - \sum_{f=1}^m Of \right)^2 \right]$	RPS=0 si el pronóstico es perfecto.

Donde:

Z1: es la sumatoria de las frecuencias ponderadas

$$Z1 = 1,35 * 11 - ,15 * f_{12} - 1,20 * 13 - 0,15 * 21 + 0,30 * 22 - ,15 * f_{23} - 1,20 * 31 - 0,15 * f_{32} + 1,35 * f_{33}$$

Z2: es la sumatoria de las frecuencias ponderadas

$$Z2 = n$$

j: es el número de categorías, Pf es la probabilidad asignada a la categoría f, y Of es la observación de la categoría f. Los valores de Of son todos iguales a 0 excepto para la categoría en la cual ocurre la observación (Roura, 2018).

Los mejores resultados de los pronósticos de precipitación fueron obtenidos por el método de los análogos y la herramienta CPT, con igual cantidad. Para los pronósticos de temperatura máxima, el CPT y los pronósticos generales fueron más efectivos. Mientras que para los pronósticos de temperatura mínima los pronósticos generales ofrecieron mejores resultados. Considerando los valores totales, la mayor cantidad de pronósticos buenos, muy buenos y excelentes, corresponde a la herramienta CPT, sin embargo, los pronósticos generales también alcanzaron más de la mitad de los pronósticos clasificados como buenos, muy buenos y excelentes; la diferencia entre estos métodos solo fue de cinco pronósticos. Dado que estos últimos representan pronósticos más completos, donde se tienen en cuenta ambas herramientas en conjunto con los modelos climáticos y el criterio de expertos, el análisis de los índices de verificación que se muestra a continuación es realizado para estos pronósticos generales de precipitación, temperatura máxima y temperatura mínima, según la localización geográfica de las estaciones meteorológicas.

Análisis de los índices de verificación obtenidos

Precipitación

La mayor cantidad de pronósticos de precipitación con buenos resultados corresponden a las estaciones pertenecientes al interior del área de estudio (Tabla 5). Esto se debe a que el comportamiento de la precipitación es más sencillo de pronosticar en el interior, ya que su variabilidad allí es menos que hacia las costas. Los resultados de la verificación de los pronósticos climáticos de precipitación están en total correspondencia con el comportamiento que sigue esta variable en el área de estudio durante ambos períodos. Se demuestra que en el período poco lluvioso la menor variabilidad se concentra en la costa norte, esto es debido a la influencia de los frentes fríos y el transporte de nublados bajos. Sin embargo, en los períodos



Figura 2. Índices de verificación de los pronósticos de precipitación para los trimestres MJJ en el interior.

lluviosos la mejor efectividad se concentra hacia la zona interior, donde debido a la presencia de la línea de confluencia del flujo a mesoescala, se produce una disminución en la variabilidad de las precipitaciones.

Los índices de verificación de los trimestres MJJ y ASO se encuentran representados en la figura 2 y la figura 3, respectivamente. Analizando las figuras a simple vista, pareciera que los mejores resultados corresponden al segundo trimestre, también se puede notar que tanto los mayores como los menores valores pertenecen al primer trimestre de estos períodos lluviosos. En realidad, los resultados de ambos trimestres son similares para los índices HR y HSS, por ejemplo, el mayor valor de HR obtenido para el primer trimestre que indica un pronóstico excelente fue de 100, pero este es contrarrestado por el valor de 0 que indica un pronóstico regular en este mismo trimestre, lo mismo pasa con el índice HSS. Sin embargo, el mayor valor del LEPS fue de 135 en el primer trimestre y no llega a ser contrarrestado, lo que significa que el pronóstico fue excelente, mucho más hábil que la climatología. En el caso del RPS, los mejores resultados corresponden al segundo trimestre con valores oscilando entre 16 y 23, mientras que en el primer trimestre se puede observar un aumento notable que representa peores resultados, con valores que oscilan entre 22 y 32.

Tabla 4. Comparación entre las herramientas empleadas en la elaboración de los pronósticos de precipitación, temperatura máxima y temperatura mínima.

	Análogos		CPT		General	
	P,M,R	B,MB,E	P,M,R	B,MB,E	P,M,R	B,MB,E
RR	39	33	39	33	47	25
Tx	49	23	33	39	33	39
Tn	40	32	24	48	21	51
Total	128	88	96	120	101	115

Tabla 5. Valores de los índices HR, HSS, LEPS y RPS en el interior para los pronósticos de precipitación.

	Período Lluvioso 2019		Período Poco Lluvioso 2019-2020		Período Lluvioso 2020		Período Poco Lluvioso 2020-2021	
	MJJ	ASO	NDE	FMA	MJJ	ASO	NDE	FMA
HR	0,0	33,3	0,0	33,3	100,0	66,7	33,3	0,0
HSS	-49,9	0,0	-49,9	0,0	100,0	50,0	0,0	-50,0
LEPS	-15,0	35,0	-85,0	0,0	135,0	15,0	0,0	-15,0
RPS	22,8	16,7	16,2	13,3	32,8	23,3	16,2	10,0

En la figura 4 y la figura 5 se muestra el comportamiento de los índices de verificación correspondientes a los trimestres NDE y FMA, respectivamente. Para ambos trimestres de los períodos poco lluviosos, los índices HR y HSS se comportaron de manera similar, obteniéndose mayores valores de 33 y 0 que indican pronósticos buenos, y pronósticos regulares, casi igual de hábiles que al azar, respectivamente. Sin embargo, el LEPS brindó mejores resultados para el segundo trimestre, el mayor valor fue 0 que corresponde a un pronóstico regular, igual de hábil que la climatología. El RPS también obtuvo los mejores resultados para el segundo trimestre con valores que oscilan entre 10 y 13, ya que los valores pertenecientes al primer trimestre son mayores con valores de 16.

Temperatura

La mayor cantidad de pronósticos de temperatura, tanto máxima (Tabla 6) como mínima (Tabla 7), que fueron calificados por los índices de verificación con buenos resultados corresponden a las estaciones pertenecientes a la costa norte del área de estudio. La efectividad de la temperatura máxima y mínima, también está en correspondencia con el comportamiento que sigue la variable en la región de estudio, concentrándose las mayores efectividades hacia las costas, donde la variable presenta la menor variación. Sin embargo, los peores resultados se registraron en la región interior, donde se producen por cuestiones locales una significativa variabilidad, lo que hace muy difícil el pronóstico de la variable en esta región.

En la figura 6 y la figura 7 se representaron los índices de verificación calculados para los trimestres MJJ y ASO, respectivamente. En ambos trimestres de los períodos lluviosos, los índices se comportaron de manera similar, con una pequeña variación en el RPS. Los mayores valores de HR y HSS fueron de 100, indicando pronósticos excelentes, y pronósticos excelentes, mucho más hábiles al azar, respectivamente. El mayor valor obtenido por el LEPS fue de 135 indicando pronósticos excelentes, mucho más hábiles que la climatología. Los mejores resultados obtenidos por el RPS corresponden al segundo trimestre con valores que oscilan entre 26 y 30, con muy poca diferencia del primer trimestre, ya que sus valores estuvieron oscilando entre 29 y 32.

En la figura 8 y la figura 9 se representaron los índices de verificación correspondientes a los trimestres



Figura 3. Índices de verificación de los pronósticos de precipitación para los trimestres ASO en el interior.



Figura 4. Índices de verificación de los pronósticos de precipitación para los trimestres NDE en el interior.



Figura 5. Índices de verificación de los pronósticos de precipitación para los trimestres FMA en el interior.

NDE y FMA, respectivamente. Los mejores resultados de estos períodos poco lluviosos corresponden al primer trimestre, con un mayor valor de HR y HSS de 100 que indica que el pronóstico fue excelente, y que el pronóstico fue excelente, mucho más hábil que al azar, respectivamente. El mayor valor del índice LEPS fue de 85 y corresponde a ambos trimestres, este valor

Tabla 6. Valores de los índices HR, HSS, LEPS y RPS en la costa norte para los pronósticos de temperatura máxima.

	Período Lluvioso 2019		Período Poco Lluvioso 2019-2020		Período Lluvioso 2020		Período Poco Lluvioso 2020-2021	
	MJJ	ASO	NDE	FMA	MJJ	ASO	NDE	FMA
HR	100,0	100,0	100,0	66,7	33,3	33,3	66,7	0,0
HSS	100,0	100,0	100,0	50,0	0,0	0,0	50,0	-50,0
LEPS	135,0	135,0	30,0	85,0	0,0	0,0	85,0	-15,0
RPS	32,8	30,0	22,8	26,7	29,5	26,7	16,2	30,0

representa pronósticos excelentes, mucho más hábiles que la climatología. En el caso del RPS, los mejores resultados pertenecen al primer trimestre y sus valores oscilaron entre 16 y 22, mientras que se nota un aumento en el segundo trimestre con valores entre 26 y 30.

En la [figura 10](#) y la [figura 11](#) se encuentran representados los índices de verificación calculados para los trimestres MJJ y ASO, respectivamente. Los mejores resultados corresponden a los segundos trimestres de los periodos lluviosos, con un mayor valor para el índice HR y HSS de 100, este valor está indicando un pronóstico excelente y un pronóstico excelente, mucho

más hábil que al azar, respectivamente. Para el LEPS se obtuvo un mayor valor de 30, lo que representa un pronóstico bueno, más hábil que la climatología. Los mejores resultados obtenidos por el índice RPS también corresponden al segundo trimestre, con valores oscilando entre 20 y 23, mientras que para el primer trimestre se nota un aumento, con valores de 29.

Los índices de verificación de los trimestres NDE y FMA están representados en la [figura 12](#) y la [figura 13](#), respectivamente. Los mayores valores de los tres primeros índices se encuentran recopilados en el primer trimestre de los periodos poco lluviosos, con un mayor valor de HR y HSS de 100, que indica que

Tabla 7. Valores de los índices HR, HSS, LEPS y RPS en la costa norte para los pronósticos de temperatura mínima.

	Período Lluvioso 2019		Período Poco Lluvioso 2019-2020		Período Lluvioso 2020		Período Poco Lluvioso 2020-2021	
	MJJ	ASO	NDE	FMA	MJJ	ASO	NDE	FMA
HR	33,3	100,0	100,0	66,7	33,3	66,7	33,3	66,7
HSS	0,0	100,0	100,0	50,0	0,0	50,0	0,0	50,0
LEPS	0,0	30,0	30,0	15,0	0,0	15,0	0,0	15,0
RPS	29,5	20,0	22,8	23,3	29,5	23,3	22,8	23,3



Figura 6. Índices de verificación de los pronósticos de temperatura máxima para los trimestres MJJ en la costa norte.



Figura 7. Índices de verificación de los pronósticos de temperatura máxima para los trimestres ASO en la costa norte.



Figura 8. Índices de verificación de los pronósticos de temperatura máxima para los trimestres NDE en la costa norte.



Figura 9. Índices de verificación de los pronósticos de temperatura máxima para los trimestres FMA en la costa norte.



Figura 10. Índices de verificación de los pronósticos de temperatura mínima para los trimestres MJJ en la costa norte.



Figura 11. Índices de verificación de los pronósticos de temperatura mínima para los trimestres ASO en la costa norte.



Figura 12. Índices de verificación de los pronósticos de temperatura mínima para los trimestres NDE en la costa norte.



Figura 13. Índices de verificación de los pronósticos de temperatura mínima para los trimestres FMA en la costa norte.

el pronóstico fue excelente y que el pronóstico fue excelente, mucho más hábil que al azar, respectivamente; mientras que el mayor valor obtenido por el LEPS fue de 30, este valor representa pronósticos buenos, más hábiles que la climatología. En el caso del índice RPS, el mejor resultado también le corresponde al primer trimestre con un valor de 22, aunque para el segundo trimestre la diferencia fue apenas notable, con un valor de 23.

Es importante destacar que los pronósticos de precipitación, temperatura máxima y temperatura mínima, se comenzaron a dar por regiones a partir del período lluvioso del 2020, hasta ese entonces se realizaba un pronóstico para las tres provincias pertenecientes al área de estudio. Esta separación no influye en los resultados para los pronósticos de precipitación; sin embargo se observó una disminución en la calidad de los pronósticos de la temperatura máxima pero solo para los períodos lluviosos; mientras que lo mismo ocurre con los pronósticos de temperatura mínima, solo que la disminución de la calidad de estos pronósticos es tanto para los períodos lluviosos como para los poco lluviosos; esto se debe a la complejidad que representa ofrecer pronósticos específicos para diferentes localizaciones geográficas.

CONCLUSIONES

1. Los pronósticos con mejores resultados son los proporcionados por la Herramienta de Predicción Climática, y por los pronósticos generales, con 120 y 115 pronósticos con buenos resultados, respectivamente.
2. La variable meteorológica que mejor se ajustó al pronóstico climático en la región fue la temperatura, con valores promedios de los índices de verificación HR, HSS, LEPS y RPS de 53; 30; 36 y 26, respectivamente.
3. Al verificar los pronósticos climáticos de precipitación, los mejores resultados obtenidos por los índices utilizados pertenecen al interior del área de estudio, con valores promedios de 33; 0; 9 y 19, respectivamente, esto se debe a que la línea de confluencia del flujo a mesoescala durante los períodos lluviosos se concentra en esta zona, y permite que la variable se mantenga con mayor estabilidad.

4. Los índices de verificación mostraron los mejores resultados de los pronósticos climáticos de temperatura en la costa norte del área de estudio, debido al poco cambio de la variable en dicha localización, con valores promedios de 63; 44; 35 y 26, respectivamente.

REFERENCIAS

- (s.f.). Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/309426085_Climate_Predictability_To_version_153
- Barcia, S., Ballester, M., & Cedeño, Y. (2012). Variabilidad espacio-temporal de las variables que intervienen en los pronósticos a corto plazo en Cuba. Informe de Resultado Científico, Resultado No 1, Proyecto Evaluación de los Pronósticos del Tiempo, Instituto de Meteorología INSMET. La Habana, Cuba, 68 p.
- Brier, G. W., & Allen, R. A. (1951). Verification of Weather Forecasts. En: Compendium of Meteorology: Prepared under the Direction of the Committee on the Compendium of Meteorology. MALONE, T.F. (ed.). American Meteorological Society: Boston, MA, 841-848 pp.
- Ebert, E., Wilson, L., Weigel, A., Mittermaier, M., Nurmi, P., Gill, P., . . . Watkins, A. (2013). Progress and challenges in forecast verification. METEOROLOGICAL APPLICATIONS 130-139 (2013).
- Finley, J. P. (1884). Tornado Predictions. American Meteorological Journal 1(3): 85-88.
- Jolliffe, I. T., & Stephenson, D. B. (2003). Forecast Verification: A Practitioner's Guide in Atmospheric Science. John Wiley & Sons Ltd., Chichester, West Sussex, England.
- Madrigal, J. J. (2020). Análisis de pronósticos climáticos para la previsión de sequías Meteorológicas e Hidrológicas. Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Valencia.
- Manubens, N., Caron, L. P., Hunter, A., Bellprat, O., Exarchou, E., Fuckar, N. S., . . . Doblas-Reyes, F. J. (2018). An R package for climate forecast verification. Environmental Modelling & Software 103 29-42.

- Moya, A. S., Estrada, A., & Ballester, M. (2013). Evaluación de los pronósticos del tiempo a corto plazo. Informe de Resultado Científico, Resultado 3, Proyecto Evaluación de los Pronósticos del Tiempo, Instituto de Meteorología INSMET. La Habana, Cuba, 55 p.
- Murphy, A. H., & Winkler, R. L. (1987). "A general framework for forecast verification", *Monthly Weather Review*, 115 1330-1338.
- Pascual, A., Valero, F., Martín, M. L., Morata, A., & Luna, M. Y. (2012). Probabilistic and deterministic results of the ANPAF analog model for Spanish wind field estimations. *Atmospheric Research*, aceptado. doi:[10.1016/j.atmosres.2012.01.011](https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2012.01.011).
- Roura, P. (2018). Verificación de las Perspectiva Climáticas. I Foro de Predicción Climática. Cienfuegos. Cuba.
- Saulo, C., & Ruiz, J. (2013). Forecast Verification. Training Workshop on Nowcasting Techniques. Buenos Aires, Argentina.
- Sorochinski, M., González, C., Rubio, G., Carcaño, G., & Martínez, G. (1975). Métodos para la evaluación de Pronósticos [Inédito]. Academia de Ciencias de Cuba, Instituto de Meteorología, La Habana, Cuba.
- Valderá, N. (2017). Método de la persistencia para la estimación de la habilidad de las predicciones del Centro de Pronósticos del Tiempo del Instituto de Meteorología de Cuba. Tesis presentada para la obtención del título académico de Máster en Ciencias Meteorológicas. Universidad de La Habana, 96 p.
- Valderá, N., Ballester, M., & Sánchez, A. L. (2017a). Método de Pronóstico Persistente: Resultado No 1. Informe científico de resultado, InsMet. La Habana, Cuba, 66 p.
- Wilks, D. S. (2006). Statistical methods in the atmospheric sciences. In Academic Press (Second edi).

Conflicto de interés: Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés.

Contribución de autoría: **Concepción de la idea:** Surisbel Larrea Valero. **Manejo de datos:** Surisbel Larrea Valero y Yanssel Gómez Zamora. **Análisis de los datos:** Surisbel Larrea Valero. **Investigación:** Surisbel Larrea Valero. **Metodología:** Surisbel Larrea Valero. **Supervisión y validación de los resultados:** Surisbel Larrea Valero y Yanssel Gómez Zamora.

Este artículo se encuentra bajo licencia [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional \(CC BY-NC 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)