

## Condiciones hidrometeorológicas en la porción central del golfo de Ana María, Cuba

Felipe Matos Pupo<sup>1</sup> , Luis. M. Batista Tamayo<sup>1</sup>, Abelardo Sánchez Hernández<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Centro de Investigaciones de Ecosistemas Costeros, Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, Cayo Coco, CP. 69400, Provincia Ciego de Ávila, Cuba.

### RESUMEN

El golfo de Ana María constituye una zona con grandes reservas naturales y de condiciones climáticas muy específicas, que la ubica como favorable para explotar por dos sectores económicos de importancia nacional: la pesca y el turismo; el que cobra mayor auge en los últimos años. Se realizó una evaluación de las condiciones hidrometeorológicas en su porción central, determinándose en diecisiete puntos de muestreo durante octubre de 2011, el comportamiento de cinco elementos meteorológicos: nubosidad, dirección y velocidad del viento, temperatura y fenómenos atmosféricos. Todas las mediciones y observaciones fueron realizadas por medio de una metodología elaborada previamente, aplicable a zonas alejadas del alcance máximo de las estaciones de superficie. Los valores de temperatura, así como el comportamiento de la nubosidad y los fenómenos atmosféricos extremos, son representativos de la época y propios de un clima marítimo. Estos resultados incrementan los niveles cognoscitivos sobre las características del tiempo y el clima en esta área geográfica.

*Palabras clave:* fenómenos atmosféricos, golfo de Ana María, monitoreo hidrometeorológico, nubosidad, temperatura, viento.

### ABSTRACT

Ana Maria gulf is a zone with excellent natural characteristics and specific climatic conditions, favorable for two economic sectors very important: fishing and tourism, the second sector is more developed in the later years. There were evaluated the hidrometeorological conditions on the central portion of Ana Maria gulf, studying seventeen points in October 2011 the behavior of five meteorological elements: cloudiness, wind (direction and speed), temperature and atmospheric phenomena. All the measured and observed development were made through a methodology elaborated for this objective, applicable in zones without meteorological stations. The values of temperature, as well as the behavior of the cloudiness and the atmospheric phenomena, are representatives of the annual epoch and of a maritime climate. These results increase knowledge on the characteristics of climate and time in this geographical area.

*Key words:* atmospheric phenomena's, Ana Maria gulf, hidrometeorological monitoring, cloudiness, temperature, wind.

### INTRODUCCIÓN

Actualmente se cuenta con más de 65 estaciones meteorológicas de superficie, constituyendo una fortaleza en la observación del tiempo y el clima; no obstante, existen áreas del territorio cubano que quedan fuera del alcance máximo de observación de estas, centradas mayormente en áreas marítimas.

El golfo de Ana María constituye un fiel ejemplo de zona poco estudiada desde el punto de vista climático, con la existencia de investigaciones aisladas que no han tratado el área directamente, sino que han abarcado información de puntos adyacentes o zonas más amplias que lo incluyen (Sosa, 1994; Batista, Gutiérrez, Moreno, 1998).

El golfo de Ana María constituye al mismo tiempo una zona que reúne excelentes condiciones climáticas para explotar desde el punto de vista turístico; además, factible para el sector pesquero considerando sus grandes reservas naturales.

El objetivo fundamental de esta investigación consistió en una evaluación de las condiciones hidrometeorológicas en la porción central del golfo de Ana María, realizando mediciones (instrumentales y visuales) *in situ*. De manera complementaria se incluyen informaciones sobre afectaciones de situaciones sinópticas al área e identificación de evidencias del deterioro de mangles, como uno de los ecosistemas más frágiles de la zona de estudio.

### MATERIALES Y MÉTODOS

El proceso de evaluación de las condiciones atmosféricas en la zona de estudio se hizo sobre la base de mediciones instrumentales y observaciones visuales por medio de una metodología elaborada para este fin, aplicable a zonas alejadas del alcance máximo de las estaciones de superficie, complementando

con un manual elaborado por el Instituto de Meteorología (INSMET) dirigido al desarrollo de observaciones instrumentales en las estaciones (Arias, Ramos, Marrero, 1976).

Se determinó el comportamiento de cinco parámetros meteorológicos en diecisiete puntos de muestreo durante octubre de 2011, estos son: nubosidad; dirección y velocidad del viento; temperatura y fenómenos atmosféricos.

Aplicando las orientaciones metodológicas para realizar monitoreo hidrometeorológico, elaboradas previamente, se describen los pasos generales para desarrollar la observación de las principales variables climáticas.

El primer paso consistió en el emplazamiento del instrumental a utilizar (anemómetro y psicrómetro). Esto se logró a partir de la evaluación del área de la embarcación Felipe Poey que reunía las condiciones idóneas, determinándose la cubierta superior del mando, con una altura sobre el nivel medio del mar de aproximadamente 3,6 m.

El segundo paso estuvo centrado en la medición de los correspondientes parámetros, previa elaboración de una base de datos (Figura 1), conteniendo como principales campos: ubicación geográfica de los puntos de monitoreo, el día y la hora, así como las principales variables a medir (nubosidad, temperatura seca, dirección y fuerza del viento). También fue elaborada una base de datos de fenómenos meteorológicos estructurada por campos similares y otros adicionales, imprescindibles en estos casos, a decir: posición geográfica del punto, el día, el tipo de fenómeno, horas de inicio y cierre del mismo, cuadrante donde fue localizada la situación que caracteriza el tiempo presente o los tiempos presente y pasado, según el caso; además, contiene dos cam-

pos adicionales donde se especifican si fue tomada o no muestra de agua lluvia y las características del viento máximo (valor y horario de ocurrencia).

Una de las orientaciones definidas consiste en no violar los horarios de mediciones, estableciéndose coincidencias con los regulados por la Organización Meteorológica Mundial (OMM) para las estaciones convencionales, con la finalidad de determinar correlaciones con estas. El monitoreo se desarrolló en 17 puntos de observación (Figura 2).

Las estaciones meteorológicas adyacentes al golfo de Ana María, seleccionadas para establecer los niveles de correlación con los puntos de muestreo, son: Trinidad y El Jíbaro en Sancti Spíritus, Júcaro en Ciego de Ávila y Santa Cruz del Sur en Camagüey (Figura 3). Es evidente que una elevada área no es cubierta por las observaciones combinadas de las cuatro estaciones, considerando la representación del alcance máximo medio de observación de estas, a partir de un buffer correspondiente a cada estación, con radio igual a 20 km; además, solo dos de estas estaciones incluyen en sus respectivos buffer pequeñas porciones de la zona de estudio: Júcaro, que aproximadamente la mitad de su radio de acción cubre esta ínfima parte del golfo de Ana María, equivalente a 628 km<sup>2</sup>, mientras que Trinidad lo hace con un valor próximo a la cuarta parte (314 km<sup>2</sup>).

A partir de un proceso de validación de los datos, aplicando en el caso de la temperatura y el viento los índices de error instrumental, se realizó un análisis estadístico, tanto de las variables tratadas como de los fenómenos atmosféricos.

Aplicando la clasificación del cielo (despejado, poco nublado, parcialmente nublado y nublado), dependiente del total de nubes presentes (0, 1-3, 4-5 y

MONITOREO METEOROLOGICO GAM (2011 octubre)										
Nubosidad (N)										
B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	
1	Latitud (°)	Latitud (min)	Longitud (°)	Longitud (min)	Día	Horario	Nubosidad (N)	Temperatura Seca (Ts)	Temperatura Húmeda (Th)	Dirección Vto (dd)
2	21	11 516	78	39 416	09-oct	8am	7	26.8	24.9	180
3					09-oct	11am	6	28.0	24.9	180
4					09-oct	2pm	6	29.0	25.2	180
5					09-oct	5pm	5	29.8	26.0	180
6	21	7 134	78	44 066	10-oct	8am	5	27.2	25.4	80
7					10-oct	11am	6	29.2	24.4	80
8					10-oct	2pm	4	29.4	24.2	40
9					10-oct	5pm	5	30.2	24.2	20
10	21	2 942	78	45 701	11-oct	8am	2	26.9	24.6	110
11					11-oct	11am	2	28.0	24.8	110
12					11-oct	1pm	3	29.0	24.8	60
13	21	2 228	78	48 801	11-oct	5pm	2	30.0	24.7	10
14					12-oct	8am	2	28.2	26.0	50
15	20	58 296	78	49 397	12-oct	11am	2	29.8	26.2	80
16					12-oct	2pm	3	29.8	25.9	70
17	20	58 771	78	56 384	13-oct	5pm	6	29.6	25.7	180
18					14-oct	8am	7	28.0	25.2	90
19	21	3 899	78	57 459	14-oct	2pm	7	29.0	25.6	150
20					14-oct	5pm	7	27.9	27.6	160
21					15-oct	8am	7	27.7	25.8	90
22					15-oct	11am	7	28.6	25.3	120
23					15-oct	2pm	7	28.6	25.0	120
24					15-oct	5pm	7	28.3	25.8	130
25					16-oct	8am	7	27.2	24.8	110
26					16-oct	11am	8	27.7	24.8	80
27					16-oct	1pm	8	27.1	26.3	90

Figura 1. Estructura de la base de datos destinada al control del monitoreo hidrometeorológico en el golfo de Ana María.

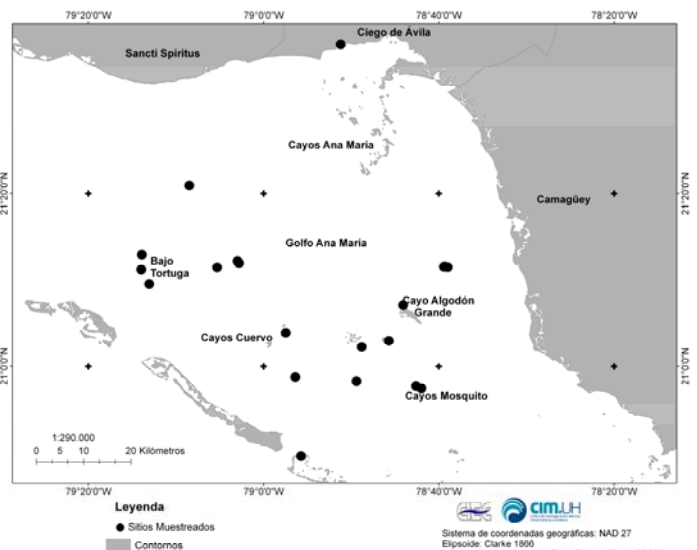


Figura 2. Sitios de monitoreo hidrometeorológico en el golfo de Ana María.

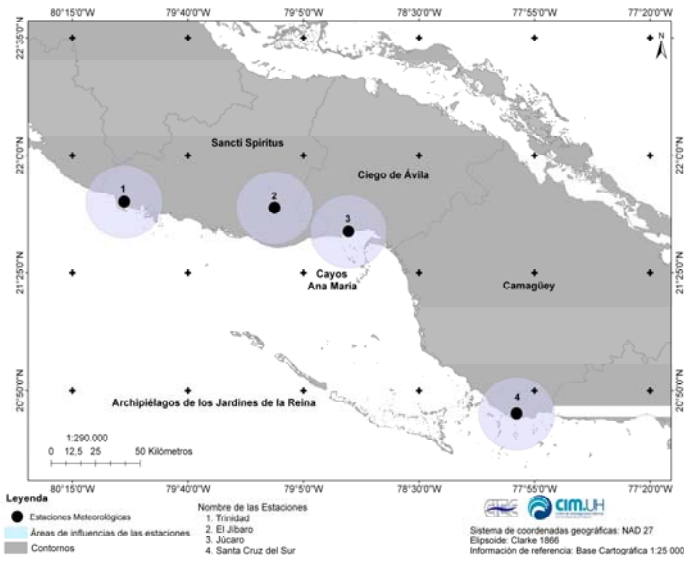


Figura 3. Representación de las estaciones meteorológicas adyacentes al golfo de Ana María, para establecer las correlaciones con puntos de muestreo.

6-8, respectivamente), fue clasificada así mismo la nubosidad correspondiente a cada observación. A partir de esta información, fue analizada la frecuencia de estos tipos utilizando como base el total de observaciones (57). Los fenómenos fueron tratados por el número de casos reportados, según Código FM-12 SYNOP.

El análisis de la temperatura se realizó a partir de los valores medios por horarios, mientras que en el caso del viento, se analizó el comportamiento general durante todo el período de monitoreo, expresada la velocidad en km/h y la dirección definida con la aplicación de la rosa de los vientos de 8 rumbos.

Como complemento, se incluyen informaciones referidas a las afectaciones de algunas situaciones sinópticas al área de estudio, así como identificación de evidencias del deterioro de mangles, como uno de los ecosistemas frágiles, que puede estar influenciado entre otras causas, por situaciones climáticas extremas.

**RESULTADOS**

Se exponen los principales resultados obtenidos durante este monitoreo, manifestando que los valores son representativos de la época del año, los que incrementan los niveles cognoscitivos sobre el comportamiento del tiempo y el clima en esta área geográfica.

**Nubosidad y fenómenos atmosféricos.**

La distribución del tipo de cobertura nubosa en el área según frecuencia (Figura 4), manifiesta que en la etapa existió predominio de días nublados (aproximadamente el 70% de las observaciones realiza-

das), seguidos por días con nubosidad parcial, enfatizando que no hubo presencia de días despejados. Los días poco nublados aparecen representados con un valor ligeramente superior al 10%.

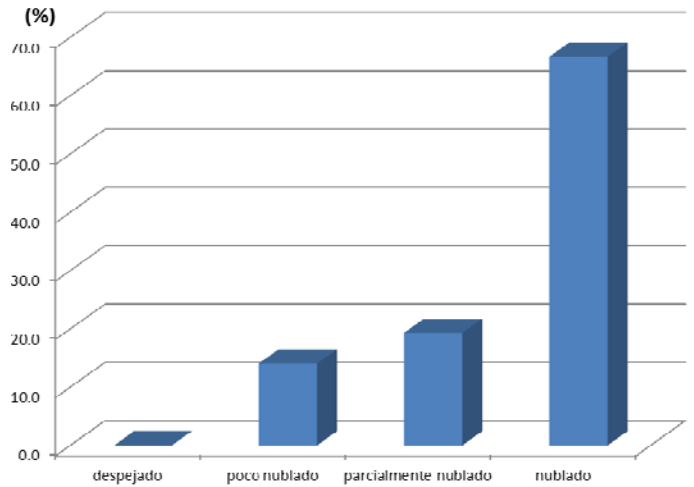


Figura 4. Cobertura nubosa en el golfo de Ana María durante el monitoreo de octubre/2011, expresada en % con relación al total de observaciones (57).

Asociada a esta situación se generaron algunos fenómenos atmosféricos de interés durante el monitoreo. Fueron observados fundamentalmente chubascos y tormentas, incluida una tromba en la altura (Figura 5). Esta gráfica ha sido elaborada sobre la base del sistema de prioridad brindado al reporte de fenómenos, según el Código FM-12 SYNOP.

La distribución refleja un predominio de chubascos y tormentas, y aunque las jornadas con reporte de buen tiempo y presencia de tromba en la altura son muy similares, revisten mayor interés las trombas observadas, pues corrobora la inestabilidad atmosférica del área en esta época.

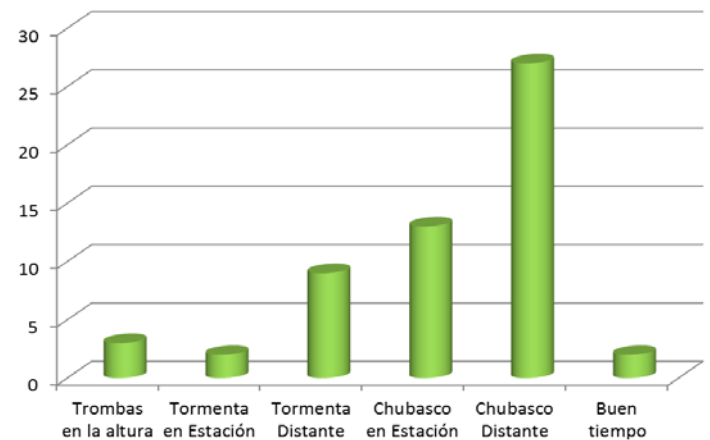


Figura 5. Número de casos de fenómenos atmosféricos reportados en el golfo de Ana María durante el monitoreo de octubre/2011.

**Temperatura ambiente y comportamiento del viento**

La temperatura y el comportamiento del viento son variables de gran importancia desde el punto de vista climático, determinándose valores en los termómetros que oscilaron entre 25.6 y 30.2°C, con una media de 28.2°C. Las mediciones evidencian un incremento muy suave a partir de finales de la mañana hasta las primeras horas de la tarde, observándose luego ligeros decrecimientos (Tabla 1).

La velocidad del viento osciló entre 5 y 20 km/h; pero se incrementó en los períodos con predominio de flujos de componente sur (10-25 km/h), y aún mayores en áreas de tormentas y chubascos (20-35 km/h).

Tabla 1. Comportamiento de la temperatura media en el golfo de Ana María en los horarios entre 08:00 am y 05:00 pm de octubre/2011.

Horarios	Temperatura ambiente (°C)
08:00 AM	27.2
11:00 AM	28.2
02:00 PM	29.0
05:00 PM	28.6

### Situaciones sinópticas

Actualmente se elabora una base de datos de situaciones sinópticas y mesoescalares influyentes sobre el área de estudio, la que se encuentra en constante actualización. En el trabajo se adiciona información al respecto, con prioridad de los organismos ciclónicos. De esta se deduce que las situaciones sinópticas típicas de mayor influencia para la región son, las ondas del este y los ciclones tropicales.

Según las estadísticas disponibles, la región ha sido afectada de forma directa o indirecta por 34 huracanes, tres de ellos clasificados como de gran intensidad, 12 clasificados como moderados y 19 de poca intensidad. También han incidido, depresiones y tormentas tropicales, que aunque provocan afectaciones, ocurren en menor medida. El huracán de Santa Cruz del Sur, constituye un fiel ejemplo de los huracanes de gran intensidad que han provocado afectación en la zona de estudio (Pérez, Vega, Limia, 2001), el que azotó el área en el año 1932, y la afectación más reciente ocurrió en la temporada ciclónica de 2008, con el impacto del huracán Paloma, aun así con la evidencia de pocos daños ambientales (Guimaraes *et al.*, comunicación personal).

A pesar de que la provincia Ciego de Ávila está ubicada en la porción del país de menor afectación por estos tipos de meteoros (Córdova *et al.*, 2006), debe tomarse muy en cuenta el incremento significativo que ha experimentado la actividad de ciclo-génesis en la cuenca oceánica del Atlántico, golfo de México y el Caribe a partir de 1995, resultado obtenido por el National Hurricane Center (NHC, 2005).

### Otros aspectos de interés

Durante la expedición se observaron evidencias de deterioro del estado de salud de algunos ecosistemas frágiles, lo cual se relaciona con condiciones climáticas propias de la variabilidad o afectaciones de fenómenos severos. Fueron ubicadas zonas de mangles muertos en varios cayos, tomándose como muestra de evidencia la situación crítica de cayo Cuervo (Figura 6). Esta situación ha sido señalada antes por especialista e investigadores participantes en otras expediciones, por lo que urge la necesidad de identificar por vías multidisciplinarias las causas generadoras del problema, incluidos los aspectos climáticos.



Figura 6. Evidencias de mangles muertos. Cayo Cuervo.

### DISCUSIÓN

En primer lugar, como aspecto positivo resulta la cantidad de puntos de monitoreo (17), lo cual ayuda significativamente a incrementar los conocimientos del clima en esta zona, por las ventajas que ofrecen los análisis espaciales, ya que permite corroborar los resultados obtenidos a través de otras técnicas, como las satelitales.

El comportamiento de la nubosidad se relaciona con los procesos de actividad atmosférica generados en esta área durante el período lluvioso; no obstante, hasta el momento no se asume que los resultados obtenidos sean representativos de todo el período, lo cual también debe analizarse.

Gran importancia revisten las situaciones extremas a las que está expuesta esta zona, derivadas no sólo de su posición donde se interrelacionan de una manera más evidente tres medios naturales diferentes (océano-tierra-atmósfera), máxime si tenemos en cuenta la extensión relativamente pequeña de los cayos que la conforman, lo que la convierte en una

zona de gran fragilidad natural, pues está influenciado por fenómenos y procesos intensos, como fuertes vientos y con ello grandes marejadas, altos valores de evaporación, entre otros. Es significativo el elevado número de tormentas detectadas en corto periodo de tiempo (15 días de monitoreo), así como la tromba en la altura observada, pues ello se traduce en el nivel de inestabilidad atmosférica presente en esta época del año en el área de estudio.

La temperatura experimentó un comportamiento característico de un clima marítimo, con valores estables en el tiempo y por tanto, de oscilación térmica relativamente baja. El viento, igualmente reflejó características propias de la época del año y de la zona de estudio; aunque constituye una novedad el conocimiento acerca de la generación de vientos fuertes bajo los efectos de flujo del sur, aun sin la presencia de fenómenos tormentosos, situación a la que se debe dar seguimiento en expediciones futuras.

Sería recomendable profundizar en cuanto a las afectaciones al área de fenómenos meteorológicos peligrosos, incluyendo las ondas tropicales, por ser las principales fuentes de generación de los organismos ciclónicos.

Resulta de extrema importancia, profundizar de igual manera en la identificación de los nexos existentes entre variabilidad climática-cambio climático y el estado de salud de los ecosistemas más frágiles, como es el caso de los sistemas de manglares.

## CONCLUSIONES

1. Se ha logrado un incremento del conocimiento acerca del comportamiento del tiempo y el clima en el área de estudio.
2. En el mes de octubre existe predominio de cielos totalmente nublados en el golfo de Ana María, por el contrario, los cielos despejados son poco probables. Acorde al comportamiento de esta variable, resulta significativo el elevado número de fenómenos meteorológicos extremos (tormentas y reporte de una tromba en la altura), lo que se traduce en el grado de inestabilidad atmosférica en esta época del año.
3. La temperatura ambiente manifiesta un comportamiento característico de un clima marítimo.
4. El viento, igualmente presenta características de la época del año y la zona de estudio, detectándose vientos fuertes bajo los efectos de flujo del sur, aun sin la presencia de fenómenos tormentosos.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda profundizar en cuanto a las afectaciones de fenómenos meteorológicos extremos y los nexos entre el estado de salud de algunos ecosistemas y las condiciones climáticas.

- Se recomienda dar continuidad en el tiempo al monitoreo hidrometeorológico, incluyendo el análisis de correlación entre los sitios de muestreos y las estaciones meteorológicas existentes.

## AGRADECIMIENTOS

Especial agradecimiento a la tripulación de la embarcación Felipe Poey (Mariel Echavarría Casas, Desiderio Hernández Plasencia y Juan Aramis Vega Rodríguez), significativa para el emplazamiento de los instrumentos meteorológicos. Las gracias también para: Yandy Rodríguez por la propuesta de los puntos de muestreo a partir del análisis del área de estudio, Yudisleyvis Ventura por la elaboración de los mapas, Antonio García-Quintas por la toma de una foto, así como Yunior Prado Pérez y Emigdio Caballero Romero, ambos por la ayuda brindada en cuanto a equipamientos necesarios para el monitoreo. Trasladamos además nuestra gratificación a los que apoyaron de manera indirecta, porque todo esto ha propiciado contar hoy con una información básica para ampliar nuestros conocimientos sobre el comportamiento del clima en ese paraíso natural que es Jardines de la Reina y golfo de Ana María.

## REFERENCIAS

- Arias, J., Ramos, O., Marrero, A. (1976) *Manual de instrumentos y observaciones*. Instituto de Meteorología, Academia de Ciencias. 193 pp.
- Batista, L. M., Gutiérrez, R., Moreno, R. (1998) Caracterización climática preliminar de Jardines de la Reina. *Informe del proyecto Jardines de la Reina*. CIEC.
- Sosa, M. (1994) *Climatología y pronóstico de las ondas tropicales en Cuba*. Tesis de Doctorado. Instituto de Meteorología. 160 pp.
- Córdova, O., Mursulí, A., Valdéz, A., Denis, A., Mayola, O., Viera, D. (2006) Comportamiento de los ciclones tropicales en la provincia de Ciego de Ávila. Elementos estadísticos-matemáticos para su predicción y toma de decisiones. *Informe Final de Proyecto Territorial*.
- Guimaraes, M., Zúñiga, A., Pina-Amargós, F., Matos, F. (comunicación personal) Efectos del huracán Paloma sobre los pastos marinos del archipiélago Jardines de la Reina. Cuba.
- NHC (2005) Disponible en: <http://www.nhc.noaa.gov> [Consultado: 15 de abril de 2010].
- Pérez, R., Vega, R., Limia, M. (2001) Los huracanes más intensos y desastrosos de Cuba en los últimos dos siglos. *Boletín de la Sociedad Meteorológica de Cuba*. 7(2).

Recibido: 05/07/2012  
Aceptado: 22/10/2012

### Como citar este artículo:

Matos, F., Batista, L. M., Sánchez Hernández, A. (2012) Condiciones hidrometeorológicas en la porción central del golfo de Ana María, Cuba. *Rev. Invest. Mar.* 32(2), 15-19.