

BRISAS DE MAR Y TIERRA AL NORTE DE LA PENÍNSULA DE ARAYA, ESTADO SUCRE, VENEZUELA

ANTONIO QUINTERO & GALINA TEREJOVA

*Instituto Oceanográfico de Venezuela, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela.
aquinter@sucre.udo.edu.ve*

RESUMEN: Las brisas de mar y tierra han sido poco estudiadas en Venezuela, a pesar de su importancia en la dispersión de contaminantes, afectar el tráfico aéreo e industria turística, por ejemplo. En este trabajo se plantea, en una primera etapa, determinar la existencia de brisas de mar y tierra en un tramo de costa de la península de Araya (Estado Sucre), en el período cuando se intensifican los vientos Alisios y tiene lugar el fenómeno de la surgencia (diciembre-abril), y cuando aminoran estos vientos y falla la surgencia (mayo-noviembre). Se emplearon datos horarios de dirección y velocidad del viento, temperatura, humedad del aire, precipitación y presión atmosférica, obtenidos con una estación meteorológica automática (Davies, Modelo Wireless Vantage Pro 6152), para los períodos septiembre-2008 y marzo-2009. Como resultados importantes, se puede señalar que para el período cuando falla la surgencia, los valores mínimos de la velocidad del viento se registran a las 6:00 am con dirección al mar (112°) y máximos hacia el mediodía en dirección a tierra (45°). Las precipitaciones son mayores (22,8 mm) influenciando posiblemente por un mayor arrastre de aire fresco proveniente del mar (mayor humedad) y cálido ($28,2^\circ\text{C}$) sobre tierra. Durante la surgencia, la dirección del viento en la noche y la madrugada es de 111° y la velocidad mínima se registra a primeras horas de la mañana. Cerca del mediodía la velocidad se hace mayor pero con dirección paralela a la costa (90°), debido al solapamiento de la brisa marina por los vientos Alisios. Las precipitaciones son menores (10,2 mm) al igual que la temperatura del aire ($25,4^\circ\text{C}$). Concluimos que las brisas se manifiestan bien en el período cuando los Alisios disminuyen y no está presente la surgencia. En el período de surgencia, las brisas marinas son solapadas por una mayor intensidad de los vientos Alisios.

Palabras clave: Vientos locales, clima del Estado Sucre, Venezuela

ABSTRACT: Land and sea breezes have been little studied in Venezuela, in spite of their importance in the dispersion of contaminants that affect, for example, air traffic and the tourist industry. In this study we propose, in an initial stage, to determine the existence of land and sea breezes in a coastal stretch of the Araya Peninsula (Sucre state), during a period when the Trade winds intensify and the phenomenon of upwelling occurs (December-April), and also when the Trade winds dwindle and upwelling stops (May-November). Hourly data on wind direction and speed, temperature, air humidity, precipitation, and atmospheric pressure (Davies Wireless Vantage Pro 6152) were collected from an automatic meteorological station for the periods September 2008 and March 2009. Important results were that when the upwelling stops, minimum wind speeds were recorded at 6:00 AM in an offshore direction (112°) and maximum wind speeds recorded towards midday in an onshore direction (45°). Precipitation is greater (22.8 mm), possibly influenced by a greater flow of fresh, warm air from the sea (greater humidity) (28.2°) over land. During the upwelling, the nocturnal and early morning wind direction was 111° and the minimum speed was recorded before sunrise. Close to midday wind speed increases, but with a direction parallel to the coast (90°) due to the Trade winds overlapping the sea breeze. Precipitation decreases (10.2 mm) as does temperature (25.4°). We conclude that sea breeze prevails when the Trade winds diminish and there is no upwelling. When water moves up to the surface, sea breezes are overridden by the greater intensity of the Trade winds.

Key Words: Local winds, climate of Sucre state, Venezuela

INTRODUCCION

Las brisas de mar y tierra se definen como un viento local de origen térmico (Guevara 2004), por la interacción aire-mar-tierra. Durante el día el viento sopla del mar hacia la tierra (brisa marina, Fig. 1a) y durante la noche de la tierra hacia el mar originando la brisa de tierra o terral (Fig. 1b).

El mecanismo que provoca este fenómeno consiste (GURALNIK *et al.* 1982) en que durante el día el aire se calienta sobre la tierra, aumenta su volumen, disminuye la densidad y asciende. Como consecuencia en la altura sobre la tierra, la presión atmosférica se hace mayor que sobre el mar, originando un gradiente horizontal de presión en dirección al mar. Esto conlleva a la variación de la presión en los niveles bajos cerca de la superficie terrestre. Sobre

la tierra la presión disminuye a consecuencia del aflujo del aire hacia las alturas, mientras que sobre el mar aumenta por el reflujo de aire desde las alturas. Ahora en los niveles bajos surge un gradiente horizontal de presión y comienza el movimiento del aire del mar hacia la tierra.

De esta manera surge una circulación térmica cerrada constituida por cuatro elementos (Fig. 1a). Sobre la superficie caliente en tierra, el movimiento es ascendente (a), sobre la superficie fría en el mar es descendente (b), cerca de la superficie terrestre el movimiento va del mar relativamente más frío hacia la tierra más cálida (c) y por último a cierta altura sobre la superficie terrestre va de la zona más cálida en tierra hacia el mar más frío (d).

Durante la noche, la masa continental se enfría más rápidamente que el mar, (relacionado esto con la capacidad calórica de ambos elementos) y el viento cambia de dirección y se dirige de la tierra al mar (Fig. 1b).

La parte inferior de esas circulaciones cerradas son las brisas de mar y tierra. Esta circulación cerrada, se expresa según el primer teorema de Bjerknes como:

$$\Gamma = \oint V_s dp = V_s L \quad (1)$$

Donde: Γ - Velocidad de circulación

V_s - componente de la velocidad a lo largo de la tangente del contorno

V_s - promedio de V_s

L - Contorno de isobaras cerrado

La penetración de los vientos de la brisa de mar puede adentrarse en tierra hasta unos 15 km y las brisas de tierra penetrar en el mar hasta unos 10 km (GUEVARA-DÍAZ 2004), aunque OLCINA & MIRÓ (1996), indican la posibilidad de que circulaciones intensas de brisa marina lleguen a penetrar 100-150 km tierra adentro. La extensión vertical de las brisas varían entre 150-500 m de altura, aunque pueden alcanzar los 1400 m en las costas de las regiones tropicales.

En cualquier caso, el fenómeno puede ocupar una amplia franja de la región marino-costera, franja que contiene precisamente las mayores riquezas marinas y donde se concentra buena parte de los centros poblados del país. Además, las brisas marinas de mar y tierra son un importante elemento en los sistemas de vientos locales y su influencia trasciende a esferas tales como:

* Dispersión de contaminantes producto de la incineración de desechos en zonas costeras y su posterior impacto en los centros poblados, sin dejar de considerar que varias termoeléctricas y las refinerías están ubicadas en esta franja costera

* Influencia en el tráfico aéreo, pues muchos aeropuertos y pistas de aterrizaje están ubicados en la

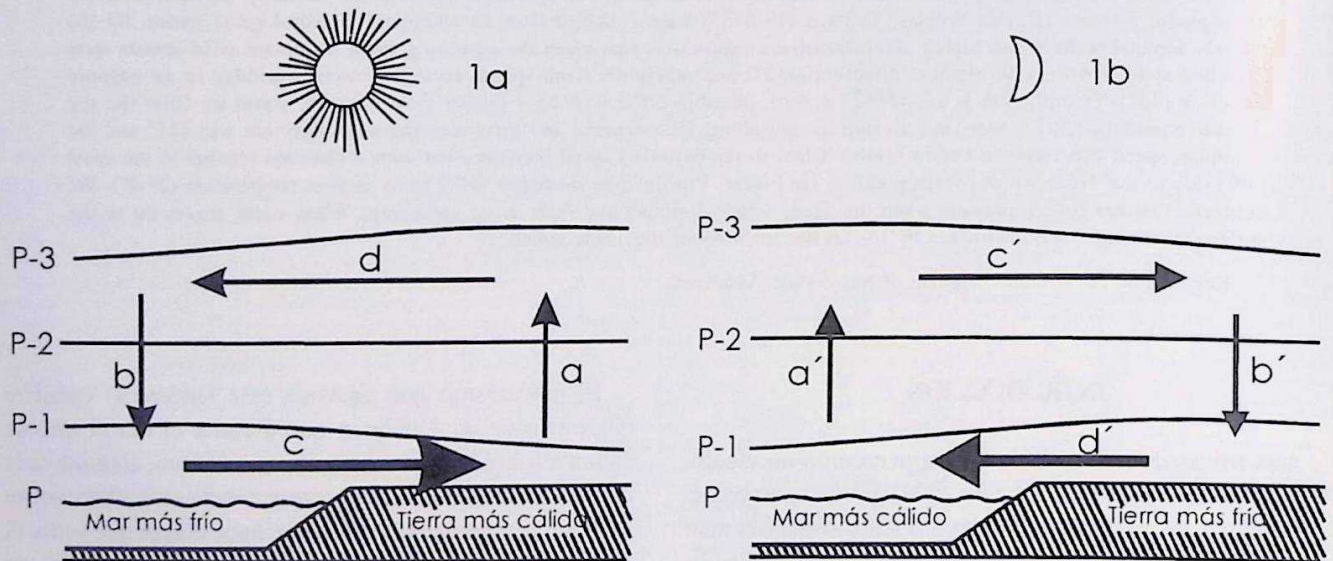


Fig. 1. Brisas de mar y tierra. (P) isóbaras sobre la superficie del mar y (P1, P2, . . . Pn) en las diferentes alturas. (a) flujos de ascenso y (b) descenso del aire. (c) flujo de mar y (d) tierra.

costa o muy cerca de ella (LEE & SHUM 2003) el viento puede tener una componente transversal de importancia al eje de la pista, lo que afecta las operaciones aéreas.

* Sobre la industria turística, al impactar la práctica de deportes acuáticos (GRIMALT *et al.* 2004).

* Elemento moderador de la temperatura del aire, pues la brisa tiende a aliviar los altos niveles de sensación térmica sentida por el cuerpo humano y sin la circulación local diurna y nocturna de las brisas habría una sensación de mucho más calor (GUEVARA-DÍAZ 2004). Además, el avance del aire húmedo marino forma una línea claramente definida por el desarrollo de nubes cúmulos (BARRY & CHORLEY 1972).

* Navegación de cabotaje y de embarcaciones pequeñas, sobre todo en horas después del mediodía.

Una evaluación de la literatura nacional sobre este tema, da cuenta que ésta es extremadamente escasa, circunstancia que se repite en las investigaciones de los demás países hispanoparlantes, en contraste con los avances mostrados en las revistas de habla inglesa (AZORÍN 2004).

Sin embargo, el fenómeno de las brisas de mar y tierra era conocido y (aún es) empleado intuitivamente por los pescadores de Cumaná y en otras partes del país, en sus prácticas diarias "... los pescadores aprovechan la brisa de mar para llegar a los puntos de pesca en horas de la tarde y ya hacia las diez de la mañana comienzan a regresar al puerto, aprovechando la brisa de mar" (VILA 1962).

Mientras esto ocurre en la región nororiental de Venezuela, en la zona de la península de Paraguaná en el noroccidente del país, que ofrece características similares en cuanto a la topografía del terreno se refiere, FOGHIN-PILLIN (2004) ha mostrado que las brisas no están presentes o son solapadas por la acción de los vientos Alisios (QUINTERO & TEREJOVA 2008) que en adelante denotaremos "VA".

Las brisas de mar y tierra son por lo tanto un fenómeno conocido de forma empírica o intuitiva por la población de la costa venezolana, sin embargo, ¿existe realmente este fenómeno?.

El propósito de la presente investigación, es mostrar la existencia de brisas de mar y tierra en un tramo de costa de la península de Araya en las épocas cuando se intensifican los VA (temporada de sequía, seca o verano) y tiene lugar

el fenómeno de la surgencia (diciembre – abril) y en la época cuando aminoran estos vientos (temporada de lluvias o invierno) y en consecuencia falla el fenómeno de la surgencia (julio-noviembre).

MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio está situada en la región nororiental de Venezuela, al noreste de la península de Araya y al igual que buena parte de la costa sur del mar Caribe, bajo la influencia los vientos Alisios, es afectada por el fenómeno de la surgencia o "upwelling", consistente en el ascenso de aguas profundas y frías cargadas de nutrientes al estrato superficial del mar siendo esto el origen de la riqueza marina en la zona (ROA-MORALES 1961).

En el área interactúan una parte marina y otra continental (Fig.2). El área continental está representada por la península de Araya, franja de unos 80 km de largo y de un ancho entre 4,5 y 18 km. El relieve mismo de la península está constituido por una serranía con elevaciones cercanas a los 600 m (CARABALLO 1982). Hacia la parte occidental las elevaciones no son mayores a 100 m. Asimismo disminuyen las alturas de los cerros hacia el estribo de Casanay, divisoria norte-sur que separa la península de Araya de la península de Paria.

Las precipitaciones son muy escasas y oscilan cerca de los 300 mm según VILA (1965), sin embargo, las mediciones de la estación meteorológica de las Salinas de Araya, que estuvo localizada en el extremo occidental de la península para el período 1949 – 1979, mostraron que las precipitaciones son de 241 mm. Los ríos son intermitentes de carácter estacional, condicionando la naturaleza semidesértica con la característica vegetación xerófila de monte espinoso (LIÑERO-ARANA & GONZÁLEZ 2008). Este hecho hace que las prácticas agrícolas sean limitadas, aunque por el carácter de planicie se ha tratado, además de la industria salinera, incentivar la acuicultura mediante la construcción de estanques. Otra actividad que se está desarrollando es el cultivo de la sábila.

El área marina corresponde a la bahía de Chacopata en el valle submarino de Araya, situada en la plataforma continental oriental de Venezuela. Esta zona fue bien conocida por la riqueza perlífera de la cual el imperio español obtuvo pingües riquezas (HUMBOLDT 1991).

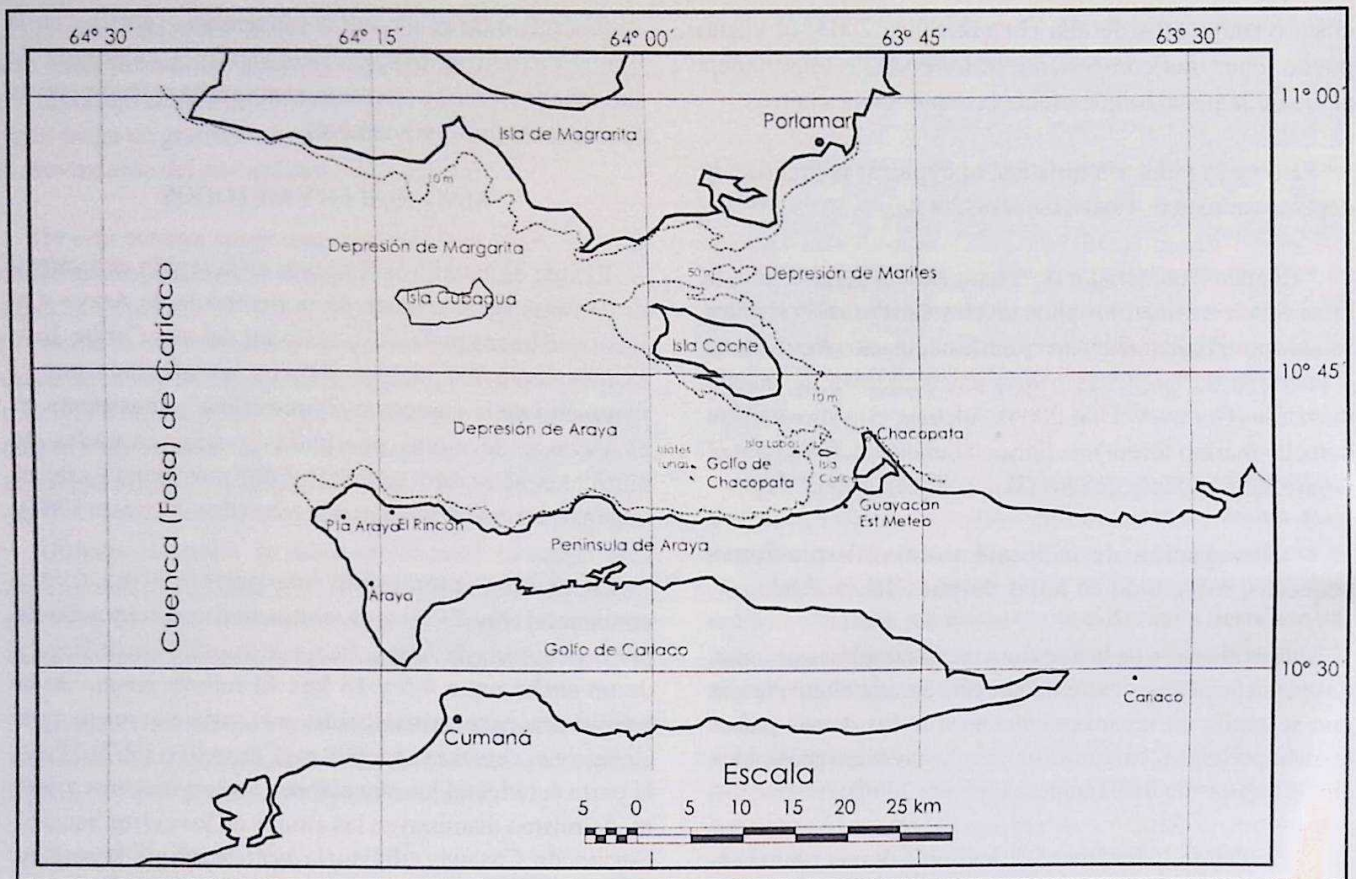


Fig. 2. Península de Araya y lugar de ubicación de la Est. Met Automática Davies

La pesca indiscriminada agotó rápidamente los placeres y ahora la región es ocupada por extensos bancos de pepitotas *Arca zebra*, (CARBAJAL & CAPELO 1993, MENDOZA *et al.* 1996) aunque a la fecha no se ha determinado el potencial de esa riqueza, ni siquiera la cobertura espacial de ellos.

Para el estudio se consideraron los datos horarios de los parámetros meteorológicos recabados de una estación meteorológica automática Davies Modelo: Wireless Vantage Pro 6152; la cual fue instalada en el Centro de Investigaciones Ecológicas de Guayacán (Universidad de Oriente), en las coordenadas 10°38'53" Lat. N. y 63°49'43" Long W. a 12 msnm.

La estación consta de sensores para el registro de los parámetros del viento (dirección y velocidad), temperatura y humedad del aire, presión atmosférica y precipitación.

Se hicieron observaciones en las dos temporadas

climáticas del año:

1. En el transcurso de los meses septiembre - octubre del 2007 (correspondiente al período de ausencia de surgencia o período lluvioso), durante el cual se totalizaron 30 días de observación.

2. Durante el mes de marzo del 2009 (correspondiente al período seco cuando ocurre la surgencia), se totalizaron igualmente 30 días de observación.

El instrumento se programó para recabar información cada cinco minutos, debido a que en ocasiones se suceden ráfagas de viento, que pueden tener duración de 10-15 minutos y según los pobladores de la región (Cachicatos, Guayacán), son capaces de derribar los techos de las viviendas. Según la escala de Beaufort (modificada por el Servicio del Tiempo de Estados Unidos para su aplicación por parte de los meteorólogos) esas características corresponden a ventarrones medios con velocidades

aproximadas de 16-20 m/seg.

La información recabada se promedió a cada hora y posteriormente se calculó el valor medio de los parámetros para cada hora del día (QUINTERO 1991). Con estos valores se evaluó el comportamiento horario de los parámetros meteorológicos y la variación estacional por la comparación de las series correspondientes a los dos períodos.

Para la definición de la presencia de la brisa fueron elegidos los siguientes criterios:

* Cambio brusco de la dirección del viento al comienzo y al final del día.

* Aumento de la humedad relativa del aire después del “disparo” (inicio) de la brisa marina.

* Disminución de la temperatura del aire por efecto de la “amortiguación” durante el día.

La humedad empleada es la relativa (f), valor adimensional, que relaciona la presión parcial del vapor de agua contenido en el aire (e) y la presión de saturación del vapor a una temperatura dada del aire (E),

$$f = \frac{e}{E} \cdot 100; \quad e \leq E \quad (2)$$

La presión atmosférica no se consideró, pues a pesar de su estrecha relación con el viento y la humedad, sus propias fluctuaciones diarias no permitieron detectar la disminución que provoca la brisa de mar o el aumento que propicia la brisa de tierra. Creemos que para esa detección, es necesario el empleo de barómetros o barógrafos más precisos (microbarógrafos). La resolución del barógrafo de la estación empleada es 0,1 mb y exactitud normal de $\pm 1,0$ mb (DAVIES INSTRUMENTS 2009).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La variación diaria de la velocidad media del viento tiene un patrón bien definido, independientemente de la época del año: las mínimas se registran en la mañana y las máximas después del mediodía (Fig. 3).

Las menores velocidades se registran a primera hora de la mañana (06:00) cuando alcanzan valores de 2,5 m/seg y

2,6 m/seg para las épocas de sequía y lluvias (cuando se intensifican y aminoran los vA respectivamente). En adelante, la velocidad del viento se incrementa rápidamente hasta alcanzar 7,6 m/seg (marzo) y 5,9 m/seg (septiembre-octubre) después del mediodía (13:00 – 15:00). La diferencia entre ambas épocas llega a constituir 1,7 m/seg. Después, hacia la noche y madrugada las velocidades van reduciéndose y la diferencia de la velocidad también.

Para la época cuando predominan los vA, la velocidad media diaria es de 4,9 m/s, mientras que en octubre, en la temporada húmeda, constituye 4,3 m/seg.

Se puede apreciar, que la diferencia en la velocidad media del viento para ambas épocas, viene condicionada por el incremento de la velocidad registrada durante el día y comienzos de la noche. Entendemos que esta diferenciación está condicionada a su vez por las características físicas de las superficies activas del suelo de Araya y del agua de la bahía de Chacopata, de ahí la necesidad de realizar observaciones de la temperatura del suelo y el agua (RUSCAS *et al.* 2004).

En cuanto a la variación diaria en la dirección del viento durante el período lluvioso cuando aminoran los vA (Fig. 4), resalta un particular comportamiento. Durante la noche y la madrugada la dirección del viento es de 111° (ESE), a partir de las 10:00 - 11:00 de la mañana, la dirección cambia bruscamente a 45° (NE) y se mantiene así hasta las 15:00. A partir de las 16:00 la dirección comienza a retornar paulatinamente a la dirección ESE.

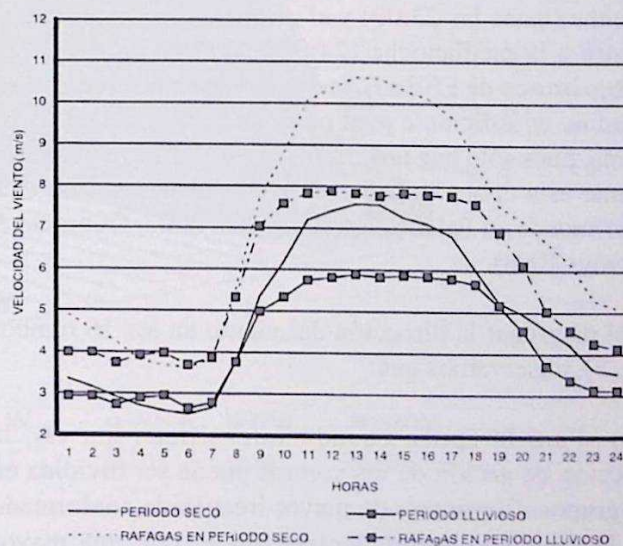


Fig. 3. Variación diaria de la velocidad del viento

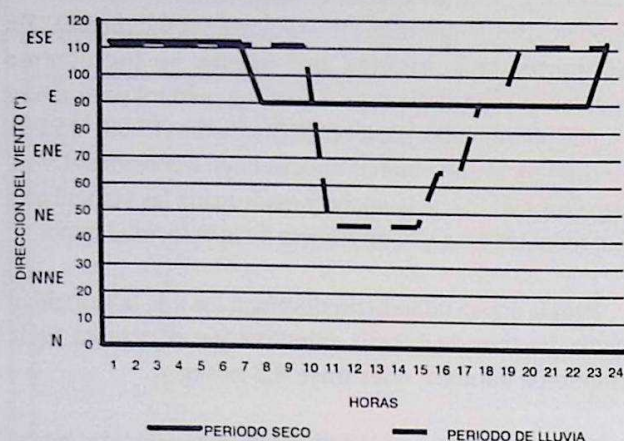


Fig. 4. Variación diaria de la dirección del viento.

Estos cambios bruscos en la dirección del viento, sobre todo en la mañana y en la noche, son indicativos de la brisa de mar y tierra. Ellas se manifiestan precisamente por un cambio en el patrón de la dirección. Así, en horas del día el viento sopla en dirección del mar hacia tierra (brisa marina), y luego en la noche cuando se enfría la tierra y el mar es más cálido, sopla en dirección de la tierra hacia el mar (brisa de tierra o terral).

En el período seco, cuando se intensifican los vA (marzo), la dirección del viento en la madrugada y hasta las 07:00 de la mañana es de 112° (ESE). Luego, a partir de las 08:00, cambia repentinamente a la dirección 90° (E). Esta dirección se mantiene durante todo el día y horas de la noche (hasta las 23:00) y el giro a la dirección ESE se registra a la medianoche (24:00). Aunque se aprecia un cambio brusco de ESE a E, la diferencia en la dirección del viento no es suficiente para percibir la presencia de brisa marina, pues sólo hay una diferencia de 22°. Creemos, que durante esta época del año los vA solapan las brisas, tal como sucede en Falcón (FOGHIN-PILLIN 2002, QUINTERO & TEREJOVA 2008).

Al disgregar la dirección del viento en los 16 rumbos (Fig. 5), observamos que:

a) Para la época cuando intensifican los vA, la dirección de acción de los vientos puede ser dividida en dos grupos. El primero de mayor frecuencia conformado por la dirección preponderante del E, con una mayor incidencia hacia las 17:00 – 20:00 horas, y un decaimiento

en horas de la madrugada. En este mismo grupo están vientos con dirección ENE que actúan durante el día entre las 07:00 y las 19:00. El segundo grupo de menor frecuencia, tiene mayor presencia en la noche y en la madrugada. Las direcciones corresponden al ESE seguida de la dirección SE y SSE.

b) Para la época cuando aminoran los vA, se diferencian aun más los dos grupos. El primero con una mayor frecuencia de vientos del SE y ESE que actúan con menor presencia entre las 10:00-11:00 y las 18:00, mientras el segundo, de menor frecuencia actúa en las direcciones ENE y NE, se manifiesta mejor en horas del mediodía (ENE) y en el intervalo entre las 14:00 y 20:00 horas.

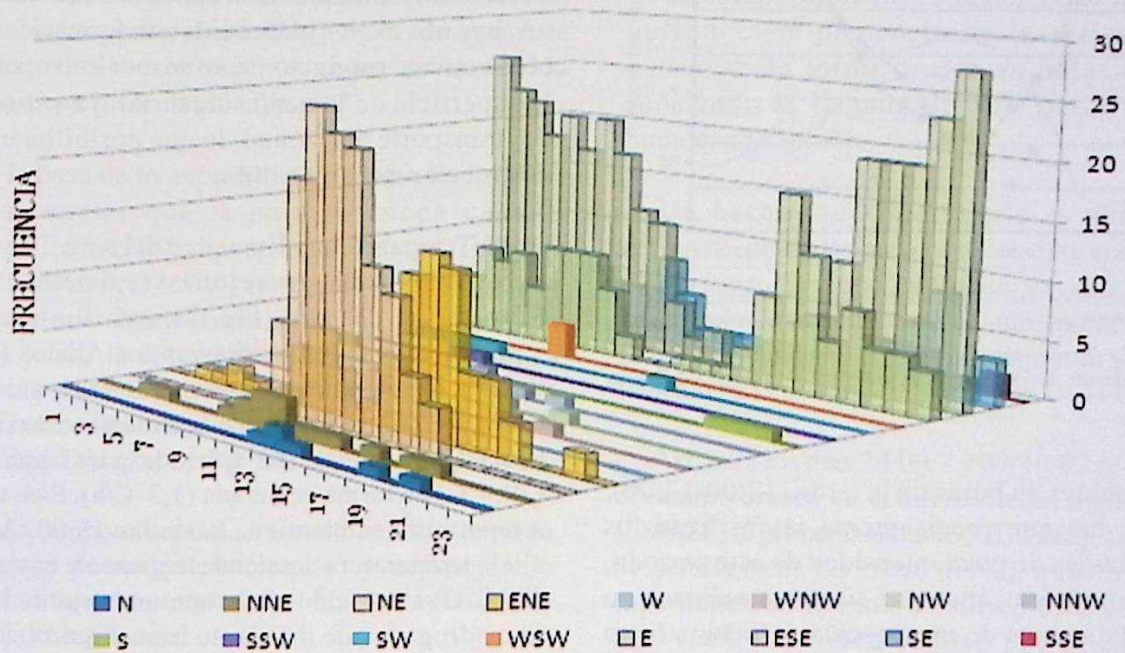
De la evaluación conjunta de la velocidad y dirección del viento, se establece que a los vientos provenientes del primer cuadrante NE (del lado del mar), corresponden las mayores velocidades; mientras que los vientos provenientes del segundo cuadrante SE (del lado de tierra), registran las menores velocidades, lo que concuerda con el esquema que se tiene sobre las brisas de mar y tierra (Fig. 1).

Resumiendo, tenemos que cuando disminuye la acción de los vA se manifiestan las brisas de mar y tierra a través del cambio en la dirección del viento, así como en el aumento de su velocidad. Cuando los Alisios están actuando, la incidencia de las brisas es difícil de distinguir.

Las lluvias del período cuando se intensifican los vA están relacionadas, según GOLDBRUNER (1972), con la penetración de restos de frentes y burbujas de aire frío en la altura de diciembre a marzo. Sin embargo, en opinión de ANDRESEN & PULWARTY (2001) las lluvias que provocaron la llamada “Tragedia de Vargas” a mediados de diciembre de 1999, estuvieron relacionadas con una disminución anómala de los Alisios e incidencia perpendicular de vientos sobre el litoral central. Otra tragedia similar ocurrió en 1986 conocida como el deslave de “El Limón” (RAMOS-FAGNDEZ 2009) y es posible que su origen sea similar al de la tragedia de Vargas.

Durante el período de observaciones de marzo, no se registraron lluvias extraordinarias. La suma de las precipitaciones fue de 10,2 mm (Fig. 6) y se distribuyeron a lo largo del día, con una mayor preponderancia a primeras horas de la noche (entre las 20:00 y 01:00). Estas precipitaciones fueron de poca intensidad y

**DISTRIBUCION DIARIA DE LA DIRECCION DEL VIENTO SEGUN EL RUMBO
(SEPTIEMBRE - OCTUBRE 2007)**



**DISTRIBUCION DIARIA DE LA DIRECCION DEL VIENTO SEGUN EL RUMBO
(MARZO 2009)**

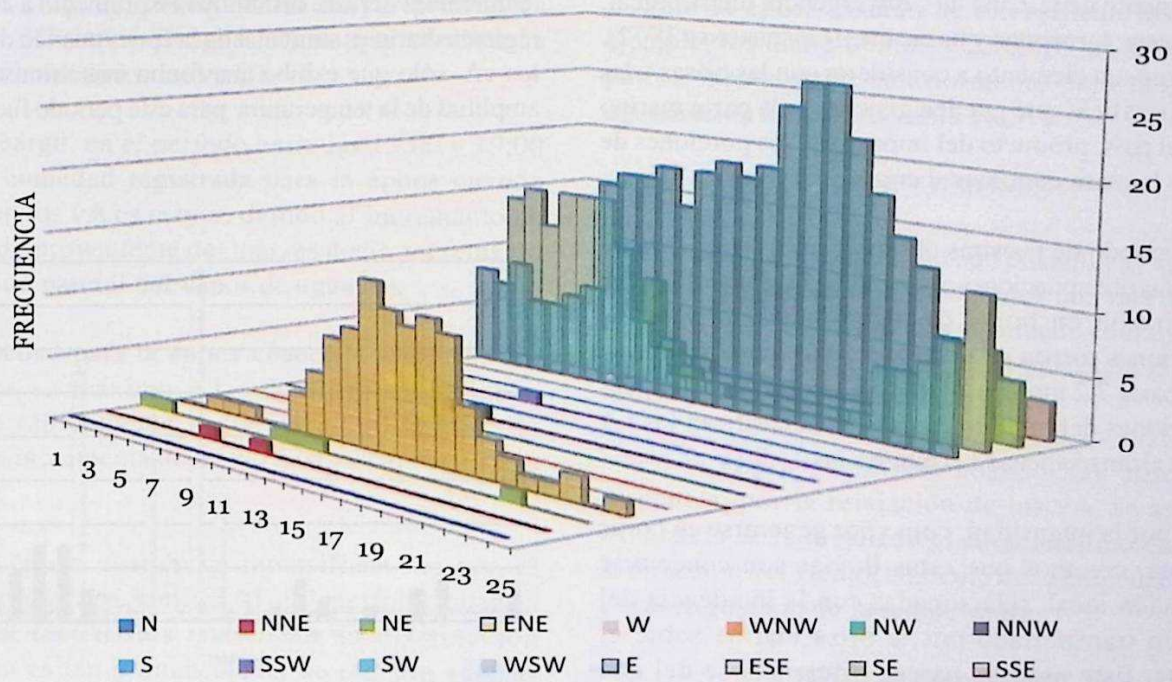


Fig. 5. Distribución por rumbos de la dirección del viento en marzo (figura superior) y septiembre octubre (figura inferior)

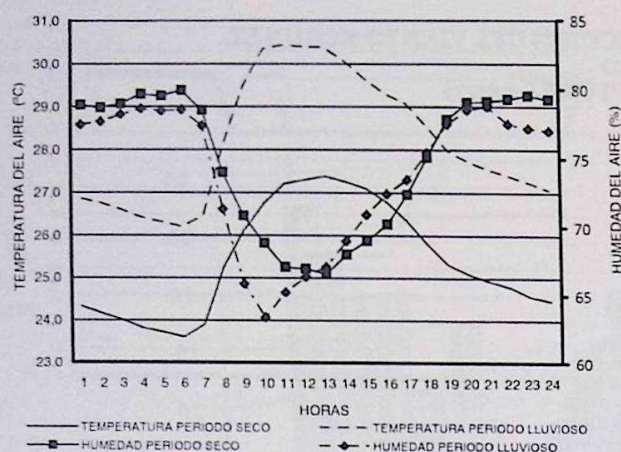


Fig. 6. Variación diaria de las precipitaciones en el período de lluvias y sequía

estuvieron ausentes en horas de la tarde (12:00-17:00), momentos en los que precisamente intensifican los vientos. Las lluvias de poca intensidad de este período, creemos fueron provocadas por sistemas nubosos no convectivos (sistemas de mesoescala formados fuera de la zona).

En el período cuando aminoran los vA (mayo - noviembre) las lluvias están relacionadas con el desplazamiento de la Zona de Convergencia Intertropical, ondas del este, tormentas y huracanes (GOLDBRUNER 1972). Sin embargo, un elemento a considerar son las brisas y las lluvias orográficas que pueden generar en la parte marino costera del país, producto del impacto de las porciones de aire sobre la masa continental con elevaciones.

En el período de nuestras observaciones en septiembre - octubre, las precipitaciones alcanzaron el valor de 22,8 mm y se centraron en horas de la tarde. Asimismo, las precipitaciones fueron relativamente más intensas en este período (hasta 7,2 mm/h a las 14:00), contrastando con las precipitaciones del período cuando se intensifican los vA cuando se alcanzó apenas 1,6 mm/h a las 21:00.

Tanto por la intensidad, como por generarse en horas de la tarde, creemos que estas lluvias son conectivas de formación local, relacionadas con la incidencia del aire fresco transportado por la brisa marina sobre el continente. Este proceso parece diferenciarse del que ocurre en la región costera entre Cumaná y Pto. La Cruz, donde con frecuencia se observan lluvias en horas de la tarde, las cuales son probablemente orográficas,

originadas por el forzamiento de las corrientes de aire sobre las elevaciones de la cordillera oriental.

Resumiendo, durante la época cuando aminoran los vA, hay una mayor inclinación a la formación de nubes convectivas, producto de un mayor calentamiento de la superficie de la península de Araya y disminución del transporte horizontal, lo que posibilita una mayor convección del aire cálido.

La Temperatura y Humedad del Aire

Según las observaciones realizadas sobre la temperatura del aire (Fig. 7), ésta fue mayor en la temporada cuando disminuyen los Alisios (28,2 °C). En esta época, la menor temperatura se alcanza a las 6:00 (26,2 °C), luego asciende lentamente hasta las 7:00 (26,5 °C) a razón de 0,3 °C/h y después hasta las 10:00 (30,4 °C) de forma acelerada (1,3 °C/h). Este valor de la temperatura se mantiene hasta las 13:00. A partir de allí la temperatura desciende lentamente hasta las 19:00 (28,0 °C) a 0,4 °C/h y después, en horas de la noche y la madrugada aún más lento hasta las 6:00 (26,2 °C) a razón de 0,16 °C/h. La amplitud diaria de la temperatura para este período fue de 4,2 °C.

Para la época cuando se intensifican los vA la temperatura del aire disminuyó en promedio a 25,4 °C y el régimen diario es similar al de la época cuando disminuyen los vA, sólo que exhibe una forma más "sinusoidal" y la amplitud de la temperatura para este período fue de 3 °C.

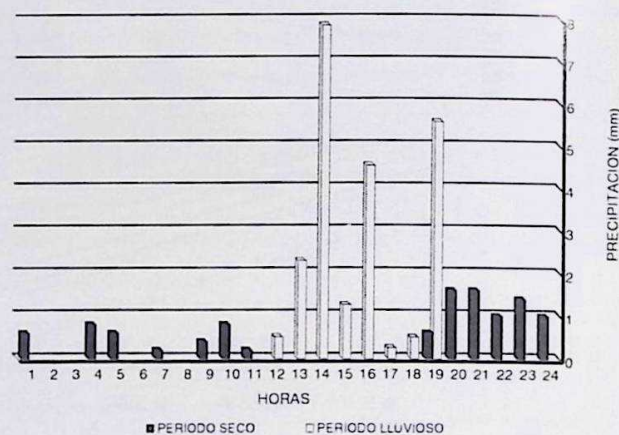


Fig. 7. Variación diaria de la temperatura del aire y la humedad relativa en las temporadas de lluvias y sequía.

Por otra parte, la brisa de mar y tierra al formarse por la diferencias del calentamiento del aire sobre la superficie del mar y de la tierra, ofrece dificultades para su seguimiento sobre todo en la parte marina. Incluso, la temperatura superficial obtenida a través de imágenes de satélite, adolece en muchos casos de la debida calibración con información “*in situ*”.

Sobre la base de lo expuesto y de forma preliminar, podemos señalar que la para la época cuando disminuyen los vA, la temperatura de la superficie del mar es del orden de 27,5°C (meteoinfo 2009) y para la época cuando se intensifican 25,0 °C. Por tanto, la diferencia entre la temperatura del aire y el agua es mayor en la temporada cuando disminuyen los vientos Alisios. Creemos que esta diferencia podría contribuir en la incidencia de las brisas marinas en este período.

Si bien la temperatura del aire está bien diferenciada para la época de surgencia (sequía) y no surgencia (lluvia), el comportamiento de la humedad relativa (f) es algo más complicado.

En general la humedad para la época cuando disminuyen los vA se mantiene por debajo de la humedad registrada en la época cuando se intensifican los Alisios (Fig. 7), debido a una mayor presión de condensación del vapor de agua (E), lo que condiciona a menor humedad relativa (f).

Sin embargo, en el período entre las 13:00 y 19:00 horas la humedad registrada para la época cuando disminuyen los vA es mayor, debido al incremento de aire húmedo proveniente del mar, es decir, incremento de la presión parcial del vapor de agua (e).

La humedad para la época cuando disminuyen los vA alcanza su máximo a las 06:00 (79%) y luego disminuye rápidamente hasta las 10:00 (63%). En adelante se incrementa de nuevo hasta alcanzar 79% a las 21:00.

Para la época cuando se intensifican los vA, el comportamiento es similar al del período cuando disminuyen los Alisios, salvo que la disminución matutina no es tan pronunciada y se registra además después del mediodía a las 13:00 (64%), después de eso comienza a incrementarse de nuevo rápidamente hasta las 20:00 (76%) y de allí hasta las 06:00 se

incrementa lentamente hasta alcanzar su máximo valor a las 06:00 (80%).

El compartimiento de la humedad relativa del aire corrobora la presencia de las brisas marinas, al aumentar de forma brusca en horas de la mañana, señalando la llegada de aire fresco y cargado de humedad (Tabla 1).

Un hecho muy interesante es que a partir del momento de cierta hora para los días correspondientes al período lluvioso, se observa el aumento de la humedad relativa, mientras el aumento de la temperatura se detiene e incluso empieza a disminuir (Tabla 1). Todo lo señalado confirma la presencia de la brisa.

Así, para los días 26/09/7 y 07/10/07 se pudo observar el cambio brusco de la dirección del segundo cuadrante (ESE-SE) al primer cuadrante (NE-ENE). La humedad que descendía hasta las 10:00 (59%), a partir de las 11:00 experimenta un aumento drástico (66%), y la temperatura que venía incrementándose por el calentamiento matutino, comienza a disminuir. Podemos concluir, que el “disparo” de la brisa ocurría entre las 10:00 y 11:00 de la mañana.

Para la época cuando se intensifican los vA, por ejemplo, los días 14/03/09 y 23/03/09 no se observa el patrón mencionado anteriormente para la época de disminución de los vA (Tabla 1).

CONCLUSIONES

Durante la época seca del año cuando hay surgencia, predominan los vientos moderados con una dirección E y ENE (vA) y que son más acentuados durante el día, mientras que en horas de la noche pareciera registrarse la brisa de tierra con dirección ESE.

En la época de lluvias cuando hay ausencia de surgencia, por la relajación de los vA, se aprecia la existencia de la brisa con el característico cambio en la dirección del viento, aumento de la humedad relativa y amortiguación de la temperatura.

RECOMENDACIONES

Para poder detectar y estimar mejor la intensidad y extensión de la brisa, es necesario hacer observaciones

TABLA 1. Datos horarios de la dirección del viento, humedad relativa, temperatura del aire y velocidad del viento en diferentes días en el transcurso de las observaciones de septiembre-octubre del 2007 y marzo del 2009.

DIA	26-sep				07-oct				14-mar				23-mar			
HORA	DIR	HUM	TEMP	VEL	DIR	HUM	TEMP	VEL	DIR	HUM	TEMP	VEL	DIR	HUM	TEMP	VEL
1	ESE	79	26.8	2.0	ESE	73	27.9	5.0	ESE	74	24.6	4.2	ESE	82	24.8	3.6
2	SW	83	26.6	0.9	ESE	73	27.8	5.5	ESE	74	24.7	3.6	ESE	81	24.9	4.7
3	SW	85	26.2	0.9	ESE	72	27.8	5.0	ESE	75	24.6	3.2	ESE	82	24.8	4.2
4	ESE	81	26.0	0.6	SE	73	27.2	2.5	ESE	75	24.4	3.3	ESE	82	24.7	4.3
5	ESE	76	26.5	0.6	ESE	70	27.4	3.9	ESE	74	24.6	4.3	ESE	81	24.7	4.4
6	ESE	75	26.5	1.7	ESE	66	27.5	3.8	ESE	72	24.8	4.9	ESE	81	24.6	4.6
7	ESE	74	26.6	2.5	ESE	64	27.7	3.7	ESE	73	24.8	4.4	ESE	77	25.1	4.5
8	ESE	70	28.1	2.9	SE	62	28.8	4.4	ESE	70	25.3	5.3	E	73	25.8	5.3
9	ESE	64	29.6	4.8	SE	57	30.2	4.6	E	67	26.1	6.7	E	73	26.2	5.9
10	ESE	59	30.7	4.9	ESE	53	31.6	4.2	E	64	26.9	7.5	E	71	27.0	6.7
11	NE	66	30.0	5.8	NE	58	31.6	5.0	E	59	27.5	8.1	E	68	27.6	7.8
12	NE	66	30.2	5.8	NE	63	31.1	6.2	E	58	27.9	8.6	E	70	27.4	7.8
13	NE	66	30.3	5.9	NE	68	30.5	6.7	E	60	27.7	8.3	E	70	27.5	8.0
14	NE	67	30.6	5.9	NE	70	30.3	5.7	E	65	27.4	8.3	E	69	27.6	8.6
15	ENE	73	29.8	6.5	NE	73	29.4	4.5	E	63	27.3	8.7	E	71	27.3	7.7
16	ENE	70	29.8	5.5	NE	72	29.9	5.7	E	69	26.5	8.3	E	71	27.0	7.4
17	ENE	74	29.5	5.2	ENE	73	29.6	5.1	E	74	25.6	7.3	E	73	26.8	7.1
18	E	76	28.9	6.5	E	74	29.0	5.8	E	76	25.2	6.3	E	75	26.1	5.8
19	SE	84	25.5	3.2	ESE	74	28.3	4.5	E	77	24.8	5.9	E	78	25.7	4.8
20	SSE	86	25.1	1.1	SE	75	28.3	2.5	E	78	24.8	6.5	E	79	25.5	4.8
21	ESE	85	25.2	1.4	SE	75	28.0	3.0	E	78	24.6	5.4	E	79	25.3	4.8
22	ESE	83	25.3	1.8	SE	73	28.0	2.1	E	79	24.4	4.0	E	79	25.2	4.7
23	ESE	85	25.2	0.8	ESE	72	28.2	3.8	E	77	24.7	3.8	E	79	25.1	4.5
24	ESE	82	25.4	0.7	ESE	72	28.1	3.8	E	77	24.7	3.9	E	80	24.9	4.3
		75	27.7	3.2		69	28.9	4.5		71	25.6	5.9		76	25.9	4.7

durante períodos de tiempo más largo, así como realizar observaciones de la temperatura del mar y del suelo y emplear mapas sinópticos.

AGRADECIMIENTO

Deseamos expresar nuestro agradecimiento al Ing. J. G. GUERRA, por haber cedido temporalmente la estación meteorológica automática de su propiedad y al Dr. RIGOBERTO ANDRESSEN por la lectura y aportes al manuscrito. Al Centro de Investigaciones Ecológicas de Guayacán (Universidad de Oriente) por permitirnos el uso de sus instalaciones y el emplazamiento de la estación meteorológica automática. Asimismo, le expresamos nuestro agradecimiento a la Dirección del Instituto Oceanográfico de Venezuela por el apoyo logístico prestado.

REFERENCIAS

- ANDRESSEN, R. & R. PULWARTY. 2001. *Análisis de las lluvias excepcionales causantes de la tragedia del Estado Vargas, Venezuela, en diciembre de 1999*. IV Simposio Internacional de Desarrollo Sustentable. Taller sobre Cambios Climáticos, Recursos Hídricos, Georriesgos y desastres Naturales: Sus Impactos en Los Andes. Mérida, Venezuela. [http://www.cecac.ula.ve/redbc/documentos/de interes / Varg99. pdf](http://www.cecac.ula.ve/redbc/documentos/de%20interes/Varg99.pdf) (revisada diciembre 2009).
- AZORÍN-MOLINA, C. 2002. La formación de frentes de brisa activos en la comarca alicantina del Alto Vinalpó. Episodio atmosférico del 27 de abril de 2001. *Invest. Geogr.* 29: 109-130.
- CARABALLO, L.F. 1982. El golfo de Cariaco. Parte I:

- y batimetría. Estructuras y tectonismo reciente. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela*. 21(1-2): 13-35.
- CARBAJAL, F. & J. CAPELO. 1993. Los moluscos de la plataforma Margarita-Coche-tierra Firme (Venezuela), su distribución y abundancia. *Mem. Soc. Cien. Nat. La Salle*. 203: 159-175.
- DAVIES INSTRUMENTS. 2009. *Manual de la Consola Vantage Pro™*. Hayward, California, EEUU. Disponible en http://www.daviesnet.com7weather/products/wx_products_doc.asp?pnum=06152 (revisada diciembre 2009).
- FOGHIN-PILLIN, S. 2002. *Tiempo y Clima en Venezuela*. UPEL - Instituto Pedagógico de Caracas. Caracas, Venezuela. 160 pp.
- . 2004. *Pablo Vila, pedagogo de la geografía de Venezuela*. UPEL - Instituto Pedagógico de Caracas. Caracas, Venezuela. 306pp.
- DBRUNNER, A. 1963. *Las causas meteorológicas de la lluvias de extraordinaria magnitud en Venezuela*. Ministerio de la Defensa, Comandancia General de la Aviación, Servicio de Meteorología y Comunicaciones. 2a Edición. Maracay, Venezuela. 230 pp.
- AT, M., M. LATIA & G. ALOMAR. 2004. *La percepción geográfica del régimen de brisas en Mallorca. De la experiencia directa de los datos instrumentales*. En GARCÍA, J.C., D. LIÑAO, P. FDEZ. DE ARROYABE, P. GARMENDIA & D. RASILLA (Eds.) *El clima entre el mar y la montaña*. pp 551 - 560. Asociación Española de Climatología y Universidad de Cantabria, Serie A, nº 4, Santander, España.
- GUEVARA-DÍAZ, J. M. 2004. *Meteorología*. Universidad Central de Venezuela, Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico. Caracas, Venezuela. 381 pp.
- GURALNIK, I.I., G.P. DUVINSKI, B.B. LARIN & C.B. MAMIKOVA. 1982. *Meteorología*. Hidrometeoizdat. 2da Edición. Leningrado, Federación de Rusia. 440 pp.
- HUMBOLDT, A. 1991. *Viaje a las regiones equinocciales del Nuevo Mundo*. Monte Ávila Editores. Traducción de Lisandro Alvarado. Caracas, Venezuela. 299 pp.
- LEE, O. & C. M. SHUM. 2003. Observation of sea breeze interactions at and near Hong Kong International Airport. *Meteorol. Appl.* 10: 1-9.
- LIÑERO-ARANA, I. & L. GONZÁLEZ. 2008. Hábitos alimenticios y aspectos poblacionales de *Scolantus curacoensis* (Pax, 1924) (Antozoa: Actiniaria) en la Launa de Chacopata, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela*. 47(1): 41-45.
- MENDOZA J., J. LÓPEZ, J. F. LÓPEZ, J. FERRER & I. GÓMEZ. 1996. Socio-economía de la explotación artesanal de la pepitona *Arca zebra* en el norte de la península de Araya, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela*. 35(1 & 2): 41-52.
- METEOINFO. 2009. Mapas de promedios climáticos de la temperatura superficial del Océano Mundial. Centro de Investigaciones Hidrometeorológicas de la Federación Rusa. Moscú, Federación Rusa. Disponible en <http://meteoinfo.ru/sstclimate> (revisada en febrero 2010).
- OLCINA, J. & J. MIRÓ. 1998. Influencia de las circulaciones estivales de brisa en el desarrollo de tormentas convectivas. *Pap. geog.* 28: 109-132.
- QUINTERO, A. 1991. Variaciones espacio-temporales de la temperatura superficial del océano Atlántico tropical occidental. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela*. 30(1-2): 85-95.
- . & G. TEREJOVA. 2008. Influencia de las corrientes marinas sobre el transporte de sedimentos en La Boca del golfete de Coro, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela*. 47 (1): 77-87.
- RAMOS-FAGUNDEZ, R. 2009. *El Río Limón y La Urbe*. CLASSURCA. Maracay, Venezuela. 150pp.
- ROA- MORALES, P. & F. OTTMANN. 1961. Primer estudio topográfico y geológico del golfo de Cariaco. *Bol. Inst. Oceanogr.* 1 (1): 5 - 20.
- RUESCAS, A., J. QUEREDA, E. MONTÓN & B. CANTAVELLA. 2004. *La previsión de nieblas en la cuenca occidental del Mediterráneo*. En GARCÍA, J.C., D. LIÑAO, P. FDEZ. DE ARROYABE, P. GARMENDIA & D.

RASILLA (Eds.) *El clima entre el mar y la montaña*. pp 125 - 134. Asociación Española de Climatología y Universidad de Cantabria, Serie A, n° 4, Santander, España.

VILA, M. A. 1965. *Aspectos Geográficos del Estado Sucre*. Corporación Venezolana de Fomento. Caracas, Venezuela. 266 pp.

RECIBIDO: Febrero 2010

ACEPTADO: Marzo 2010