



Investigaciones Geográficas (Mx)

ISSN: 0188-4611

edito@igg.unam.mx

Instituto de Geografía

México

Morales Hernández, Julio César; Carrillo González, Fátima Maciel; Cornejo López, Víctor Manuel;  
Téllez López, Jorge; Farfán Molina, Luis Manuel

Campo de viento y temperatura en Bahía de Banderas (México): análisis espacial y temporal

Investigaciones Geográficas (Mx), núm. 81, 2013, pp. 7-17

Instituto de Geografía

Distrito Federal, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=56928293002>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

## **Campo de viento y temperatura en Bahía de Banderas (México): análisis espacial y temporal**

Recibido: 9 de marzo de 2012. Aceptado en versión final: 22 de agosto de 2012.

Julio César Morales Hernández\*  
Fátima Maciel Carrillo González\*\*  
Víctor Manuel Cornejo López\*\*  
Jorge Téllez López\*\*\*  
Luis Manuel Farfán Molina\*\*\*

**Resumen.** La información de una red de estaciones meteorológicas para la región de Bahía de Banderas, permitió un análisis espacial y temporal (anual y mensual-horario) para el periodo de julio 2010 a junio 2011.

La zona en estudio es la cuenca atmosférica de Bahía de Banderas, que comprende los municipios de Bahía de Banderas, coordenadas 20°40' N longitud: -104°57' W, Puerto Vallarta: 20°36' N, 105°13' W y Cabo Corrientes: 20.30°08', -105.62°19'. Los datos utilizados se obtuvieron de la Red de Monitoreo Atmosférico de la Región de Bahía de Banderas, que consta de diez estaciones meteorológicas automáticas distribuidas heterogéneamente en la zona en estudio, la cual ofrece datos de las principales variables meteorológicas con intervalos con diez minutos. Se ha

observado que el comportamiento a lo largo del año de las principales variables meteorológicas (como el viento y la temperatura) están determinadas alternamente por procesos a escala local (brisa marina) y a macro-escala (presencia del anticiclón del Pacífico Norte y Variabilidad de los vientos Alisios, principalmente). Se presentan rosas de viento anuales y con el programa Matlab se interpolaron los promedios de velocidad y temperatura y se hizo una comparación sobre su comportamiento a lo largo del día. Los resultados apoyarán al desarrollo de futuras investigaciones acerca de los procesos atmosféricos locales y de mesoescala en zonas tropicales.

**Palabras claves:** Bahía de Banderas, procesos atmosféricos, monitoreo atmosférico.

## **Wind and temperature fields in Bahía de Banderas (Mexico): spatial and temporal analysis**

**Abstract.** The information from a network of weather stations for the region of Bahía de Banderas allows spatial and temporal analysis (annual and monthly schedule) for the period June 2010 to June 2012.

The study area is the atmospheric basin of Bahía de Banderas, which includes the municipalities of Bahía de Banderas, coordinates 20°40' N Longitude: -104°57' W,

Puerto Vallarta 20°36' N, 105°13' W, Cape Corrientes 20.30°08', -105.62°19'. The data used were obtained from the Air Quality Monitoring Network in the Region Bahía de Banderas, which consists of 10 automatic weather stations distributed heterogeneously in the study area, providing data on the main meteorological variables at 10 min intervals. It has been observed that the behavior throughout

\* Doctorado BEMARENA, Centro Universitario de la Costa, Universidad de Guadalajara. E-mail: chiqui\_boyjc25@yahoo.com.mx

\*\* Centro de Estudios Meteorológicos de la Costa, Centro Universitario de la Costa, Universidad de Guadalajara.

\*\*\* CICES, La Paz, Unidad Foránea de Meteorología.

the year from major meteorological variables (such as wind and temperature) are determined alternately by processes at the local (sea breeze), and macro-scale (mainly the presence of the North Pacific anticyclone and variability of trade winds). Annual wind roses are presented and Matlab-derived data were interpolated for averaging velocity and temperature and a comparison was made of their behavior throughout

the day. The results support the development of future research on the local and mesoscale atmospheric processes in the tropics.

**Key words:** Banderas Bay, atmospheric processes, atmospheric monitoring.

## INTRODUCCIÓN

Nuestro planeta y su atmósfera se calientan por el calor que recibe del Sol. El sistema irradia la misma cantidad de calor recibida nuevamente hacia el espacio, de manera que se mantiene en equilibrio y la temperatura global no cambia. Sin embargo, esto es válido para el planeta en conjunto y no para una determinada zona, a esto se le conoce como circulación atmosférica. Ésta viene determinada por la diferencia de temperatura que existe entre el ecuador y los polos, la rotación de la Tierra y la presencia de masas continentales (Jáuregui 2003). Sus características dependen en buena medida de las condiciones de circulación que gobiernan la mesoescala y la escala sinóptica. El viento es un desplazamiento del aire predominantemente horizontal, pero conforme la altitud decrece, la topografía y otras propiedades del suelo generan forzamientos dinámicos y térmicos capaces de producir importantes modificaciones en la dirección e intensidad (Blumen, 1990; Castro, 2010; Morales *et al.*, 2010).

Existen diversos estudios sobre el campo de viento en las zonas metropolitanas de México. En la zona occidente solo existe para la ciudad de Guadalajara, por contar con datos suficientes. Pero conforme otras ciudades crecen, van tomando igual importancia, como la zona de Bahía de Banderas (BB), donde existe una Red de Estaciones Meteorológicas Automáticas, útil para el estudio de fenómenos hidrometeorológicos en zonas costeras tropicales. Esta región ha presentado un acelerado crecimiento urbano donde el estudio de diversos procesos de circulación atmosférica requiere un conocimiento más detallado de los vientos locales.

Para ello se analizaron los datos del periodo de julio del 2010 a junio del 2011. Se presentan las rosas de viento anual de cada uno de las estaciones

de la red, posteriormente se realizaron las peinetas del viento *vs* temperatura a lo largo del día y finalmente se realizaron los mapas de las mismas dos variables. En el estudio se observaron dos periodos característicos en la dinámica atmosférica: *a)* el *húmedo-cálido* que va del mes de julio a octubre y *b)* el *seco-frío* que va de diciembre a abril, siendo los meses de transición los meses de noviembre, mayo y junio, de acuerdo con los promedios históricos.

## ANTECEDENTES

En diversos estudios del comportamiento del viento los resultados son aplicados en la generación de energía eólica y en los efectos del viento en las zonas naturales y agroforestales, etc. (Suárez *et al.*, 1999; Quine, 2000; Achberger *et al.*, 2002). Las zonas más interesantes desde el punto de vista del potencial eólico, están sobre topografías complejas en que las estaciones meteorológicas se ubican en puertos, aeropuertos o ciudades (Traci *et al.*, 1978; Bhumralkar *et al.*, 1980; Endlich *et al.*, 1982; entre otros). Una de las metodologías más aplicadas en el estudio del viento (González, 2006) es la interpolación adaptada a datos vectoriales (dirección y velocidad del viento) donde se construyen mapas de campo de vientos a partir de los datos de estaciones meteorológicas.

La información de imágenes satelitales ha permitido realizar estudios sistemáticos de la atmósfera, y entre ellos el viento. Sin embargo, existen pocos estudios realizados a partir de datos meteorológicos de observatorios en el Pacífico Mexicano (Castro, 2010). Morales *et al.* (2010) presentan un análisis de los datos de una red de estaciones meteorológicas en Bahía de Banderas donde el resultado fue predominantemente la circulación de brisa.

El objetivo de este trabajo fue conocer la dinámica del viento y la temperatura en los procesos

atmosféricos que tienen lugar en la región de Bahía de Banderas para su posterior aplicación en estudios costeros.

## ZONA EN ESTUDIO

Corresponde a la región de BB. Región costera que se encuentra en la unión de los estados de Nayarit y Jalisco; forma parte de la Planicie Costera del Pacífico Mexicano (Figura 1). Al sureste está rodeada de montañas con altura máxima de 1 500 m; al norte existen lomas con elevaciones que van de 500 a 700 m. Entre éstas fluye el río Ameca, que es el más grande de la región, generando un valle de alrededor de 15 km de ancho. La bahía es considerada como una de las más grandes del litoral mexicano y del mundo, ya que presenta una extensión total de 43.5 km, un ancho medio (norte-sur) de 29 km y una longitud (oeste-este) de 38.9 km, es considerada una bahía abierta y forma parte del extremo sur oriental del Golfo de California (Chávez *et al.*, 2009).

Respecto a la vegetación, está cubierto principalmente por bosque tropical subcaducifolio, debido a las limitaciones de agua (FAO, 2003). El

clima de la región es cálido y cálido subhúmedo Aw1 y Aw2, de acuerdo con la clasificación de Köppen. Corresponde a los más húmedos de los subhúmedos. La temperatura media anual es de 26° C, siendo febrero el mes más frío con temperatura mínima promedio de 17° C y de julio a octubre la temperatura más cálida con una media de temperatura máxima de 30° C. La precipitación media anual en la zona es de 1 000 a 1 500 mm, respectivamente.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Los datos de viento y temperatura utilizados fueron obtenidos a partir de registros realizados por la Red de Monitoreo Atmosférico de Bahía de Banderas (REMABB), (Tabla 1) del Centro Universitario de la Costa ubicada en la región de Bahía de Banderas en el periodo de julio 2010- junio 2011 con intervalo de muestreo de diez minutos.

Primeramente se realizaron rosas de viento para identificar la frecuencia de la magnitud y dirección del viento predominante. En la Tabla 2 se muestra la magnitud promedio mensual de la velocidad en m/s de cada una de las estaciones.



Figura 1. Zona en estudio (Bahía de Banderas).

Fuente: elaboración propia.

Tabla 1. Ubicación de las estaciones meteorológicas en la región de Bahía de Banderas

Núm.	Nombre	Altitud en (MSNM)	Latitud	Longitud
1	Punta de Mita (Punta Vista)	25	20.772	-105.512
2	La cruz de Huanacastle (Tec.BB)	36	20.763	-105.372
3	Crucero a San José (Asfalto)	14	20.729	-105.259
4	CUC	26	20.703	-105.222
5	Prepa UdeG	32	20.662	-105.216
6	Coapinole	54	20.660	-105.200
7	San Sebastián del Oeste	1410	20.761	-104.852
8	El Tuito	612	20.320	-105.327
9	El Faro Cabo Corriente	71	20.408	-105.693
10	Refugio de Suchitlán	625	20.437	-105.549

Tabla 2. Promedio mensual de la magnitud (m/s) de la velocidad del viento para cada una de las Estaciones de la Red Meteorológica de Bahía de Banderas

Estación		2010						2011					
		Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
1	Punta de Mita	1.7	1.4	1.6	1.3	1.4	1.3	3.3	2.4	1.7	2.0	1.8	2.2
2	Tec.BB	1.1	1.0	0.9	0.9	nd	nd	0.6	0.9	1.1	1.1	1.5	1.7
3	Asfalto	nd	1.3	1.1	1.5	1.0	1.2	1.3	1.3	1.7	2.0	2.1	2.4
4	CUC	1.4	1.4	1.3	1.4	1.3	1.1	1.3	0.4	1.5	1.6	1.4	1.7
5	Prepa UdeG	0.5	0.5	0.4	0.6	0.3	0.4	0.3	0.4	0.4	0.5	0.7	1.0
6	Coapinole	1.2	1.3	1.2	1.6	1.3	1.6	1.2	1.2	1.2	0.5	1.7	1.9
7	San Sebastián	0.7	0.8	0.1	1.1	1.8	1.9	1.7	1.3	1.2	1.3	1.3	1.4
8	El Tuito	1.2	0.9	1.0	1.3	1.1	1.3	0.8	0.8	1.2	1.8	1.2	1.5
9	El Faro	3.0	3.1	3.5	4.7	4.2	3.9	4.4	6.3	4.5	2.0	1.7	1.9
10	Refugio	nd	0.8	0.9	1.3	1.1	0.9	1.0	1.5	1.4	1.5	1.4	1.6

Posteriormente se presenta un análisis del promedio horario para los meses del temporal seco y húmedo del viento y la temperatura, para encontrar el patrón dominante.

Finalmente, con los datos mensuales de cada uno de los puntos se realizaron los mapas del campo de viento *vs* temperatura en la región de BB. Se observó el comportamiento en cada mes del periodo de estudio.

## RESULTADOS

### Rosas de viento

El viento que prevalece en un rango de tiempo puede ser representado por medio de una rosa de viento, la cual indica el porcentaje de frecuencia en el que el viento sopla en diferentes direcciones. La gráfica consiste en utilizar barras o extensiones que van desde el centro de un círculo hacia un punto

determinado que ilustra la dirección del viento, la longitud de cada extensión indicará el porcentaje de tiempo en el que el viento se dirigió hacia esa dirección. Se evidencia en el análisis del régimen del viento una constante en cuanto al rumbo del mismo.

Primeramente, para observar el patrón de comportamiento de las rosas de viento, se clasificaron en dos grupos las estaciones ubicadas en costa y las que se encuentran en sierra. Se realizaron las rosas de viento para identificar la frecuencia de los rumbos y magnitud, para la serie anual y mensual de cada una de las estaciones, elaboradas con el programa Grafer 7. En la Figura 2 se muestran solo las correspondientes a las series anuales, pues permiten identificar los patrones de circulación del viento predominante en la zona en estudio.

Para el análisis de los vientos locales se persigue la trayectoria de los flujos aéreos que se desarrollan a una escala muy reducida con cierta periodicidad temporal. Este movimiento periódico del viento es conocido comúnmente como brisa de tierra y mar. Siendo esta la respuesta a los movimientos de los flujos aéreos desencadenados por la diferencia de temperatura y presión existentes, tanto en la superficie terrestre como marítima a lo largo del día. Estos vientos influyen sobre una capa vertical de muy poco espesor, en torno a los 1 000 m, mientras que, por el contrario, su extensión se hace sentir a una distancia aproximada de 20 km; en la de tierra plana incluso se hace notar sus efectos hasta 50 km hacia el interior de línea de costa (Muñoz, 2001). Este proceso suele ser alterado localmente tanto por la topografía de la zona próxima a la misma, como por la orientación y el grado de cobertura vegetal entre otros posibles factores.

En Bahía de Banderas la velocidad del viento puede oscilar entre 2 y 7 m/s en la línea de costa. Las estaciones que se encuentran en la zona costera presentan mayor intensidad del viento que las que se encuentran en la sierra, esto se debe a que el viento que entra por la costa, es denominada brisa marina, no tiene forzamiento de cambio de dirección y cuando ya entra a la parte de la sierra, éste se bifurca y posteriormente se regresa como brisa terrenal.

La mayoría de las estaciones reportó un promedio de magnitud de 3 m/s. Sin embargo, la estación

que se encuentra en el Faro fue la que reportó magnitudes por arriba de 7 m/s. Debido tal vez a que se encuentra en la parte continental más saliente del occidente de la República. En la mayoría de las estaciones los vientos con magnitudes mayores a 3 m/s presentaron hegemonía respecto a la dirección de nornoreste (NNW), norte (N) y noreste (NE).

### **Peinetas**

Posteriormente se realizaron las peinetas para analizar los promedios horarios de velocidad y temperatura a lo largo del día de cada uno de los meses de cada una de las estaciones de Bahía de Banderas. Se identificaron dos periodos característicos en la dinámica atmosférica: *a) el húmedo-cálido* que va del mes de julio a octubre y del periodo y *b) seco y frío*, que va de diciembre a abril, siendo los meses de transición de noviembre, mayo y junio, de acuerdo con los promedios de las estaciones (Figura 3).

Aunque el procesamiento y análisis se realizó a todas las estaciones (con ayuda de Matlab), solo se muestran los resultados de cuatro estaciones (Faro, Punta de Mita, San Sebastián y CUC) por ser las más representativas. Todas presentan un comportamiento homogéneo dentro del periodo respectivo (húmedo y seco). El cambio de la dirección del viento diurno en ambos periodos se da aproximadamente a las 10:00 hrs y las máximas velocidades se presentan aproximadamente a las 15:00 hrs, y coincide cuando el gradiente de temperatura es mayor.

Para el periodo seco se presenta el mes de enero de 2011, en que el valor mínimo de temperatura fue de 10° C y una máxima de 24° C. Para el periodo húmedo el mes de agosto de 2010 fue en el que se reportaron los valores más altos de temperatura, con una mínima promedio de 22° C y un valor máximo promedio de 30° C. Se confirma que el cambio de dirección y velocidad del viento responde a los cambios de temperatura a lo largo del día.

### **Mapas de temperatura y campo de viento**

Posteriormente se realizaron los mapas mensuales (Figuras 4a-4b) y el anual de la temperatura y campo de viento mediante la interpolación de las medias móviles, el cual se describe a continuación: el método de interpolación de las medias móviles o Ponderación por el Inverso de la distancia (In-

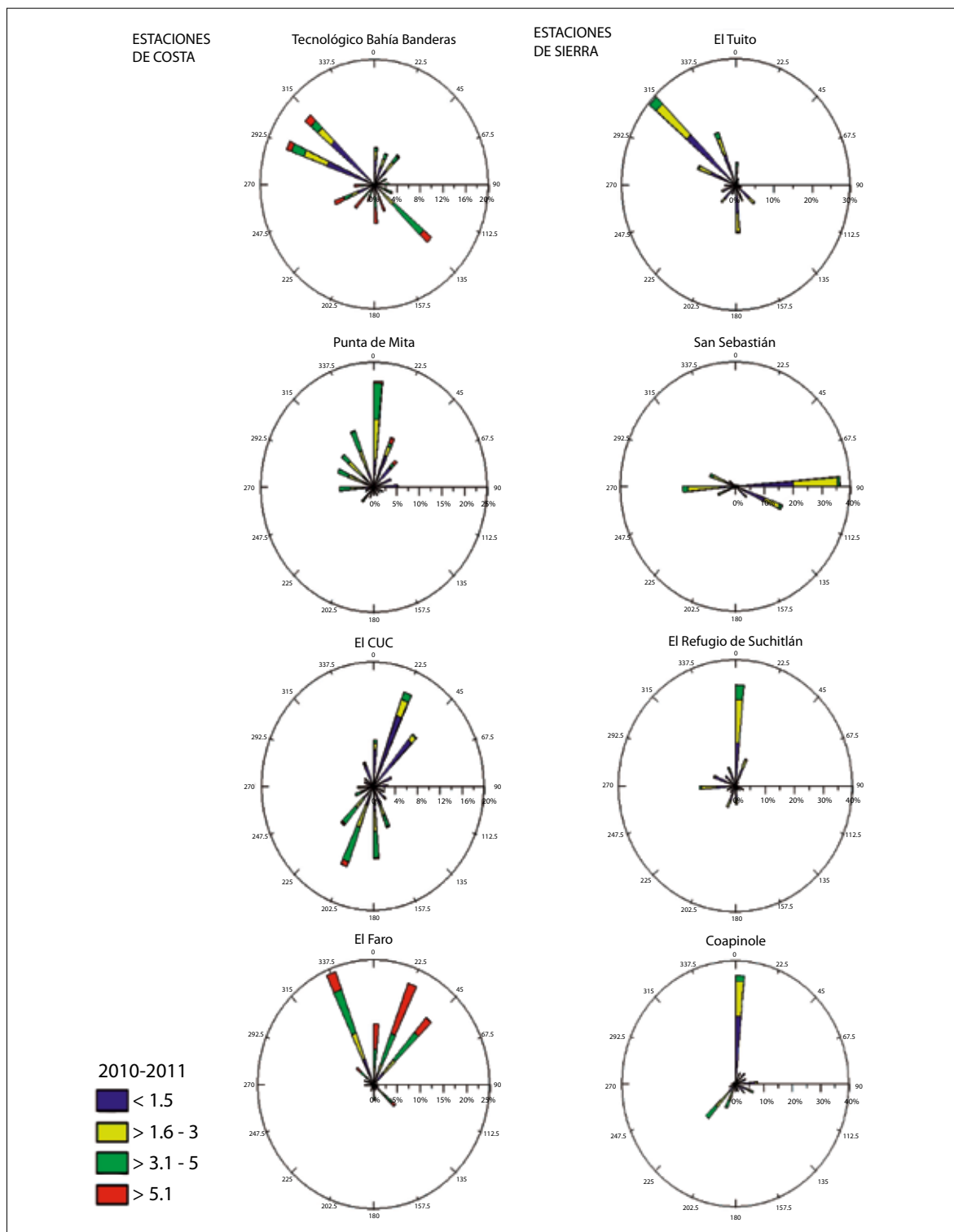


Figura 2. Rosas de viento anual de algunas de las estaciones más representativas. El cuadro de color representa la magnitud en m/s.

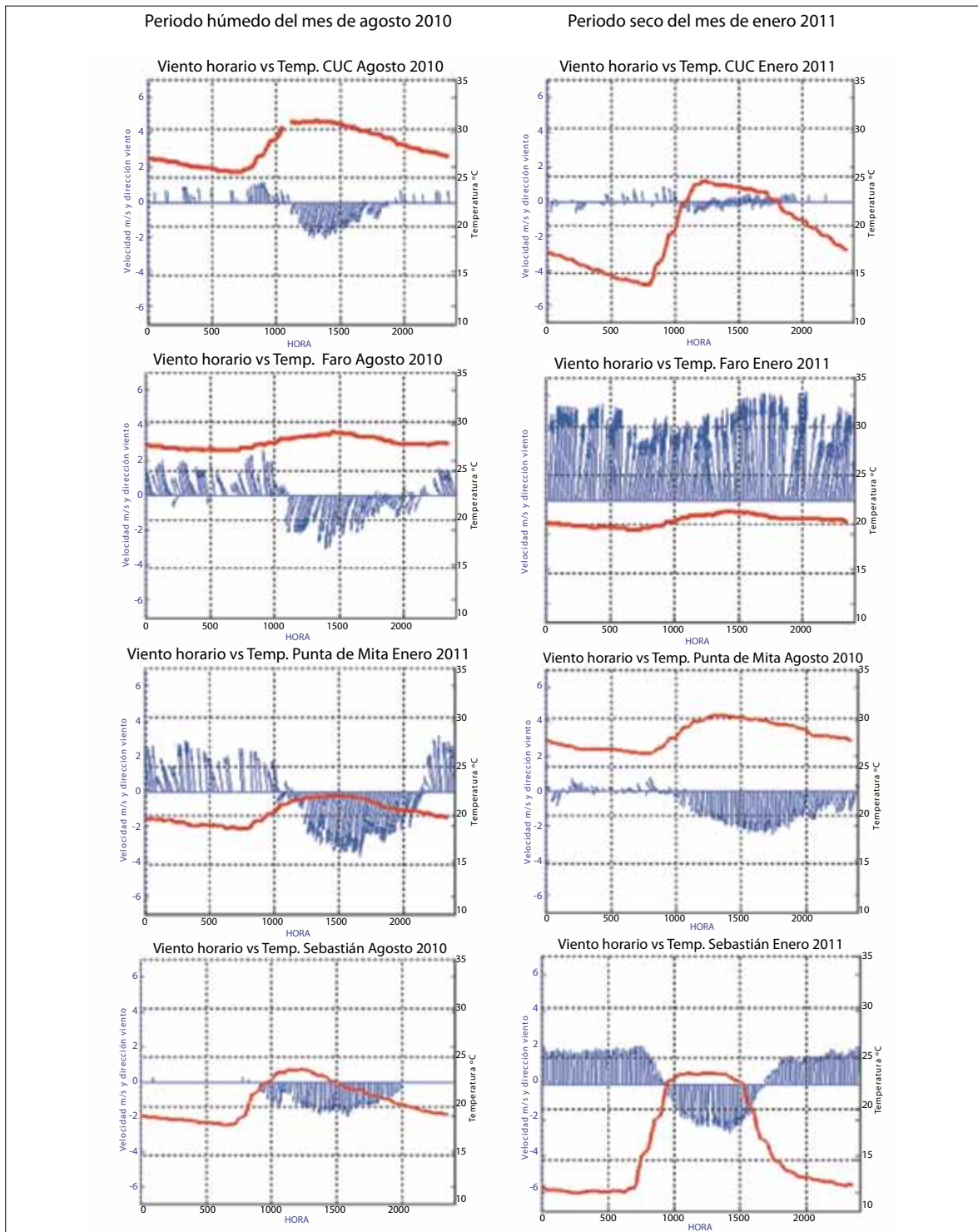


Figura 3. Peinetas del comportamiento de viento-temperatura de cuatro estaciones el Faro, Punta de Mita, San Sebastián y CUC, en el periodo húmedo y seco, en el eje de las Y izquierdo (velocidad en m/s y dirección del viento) en Y derecho la temperatura en °C y en el eje de las X (las horas a lo largo del día).



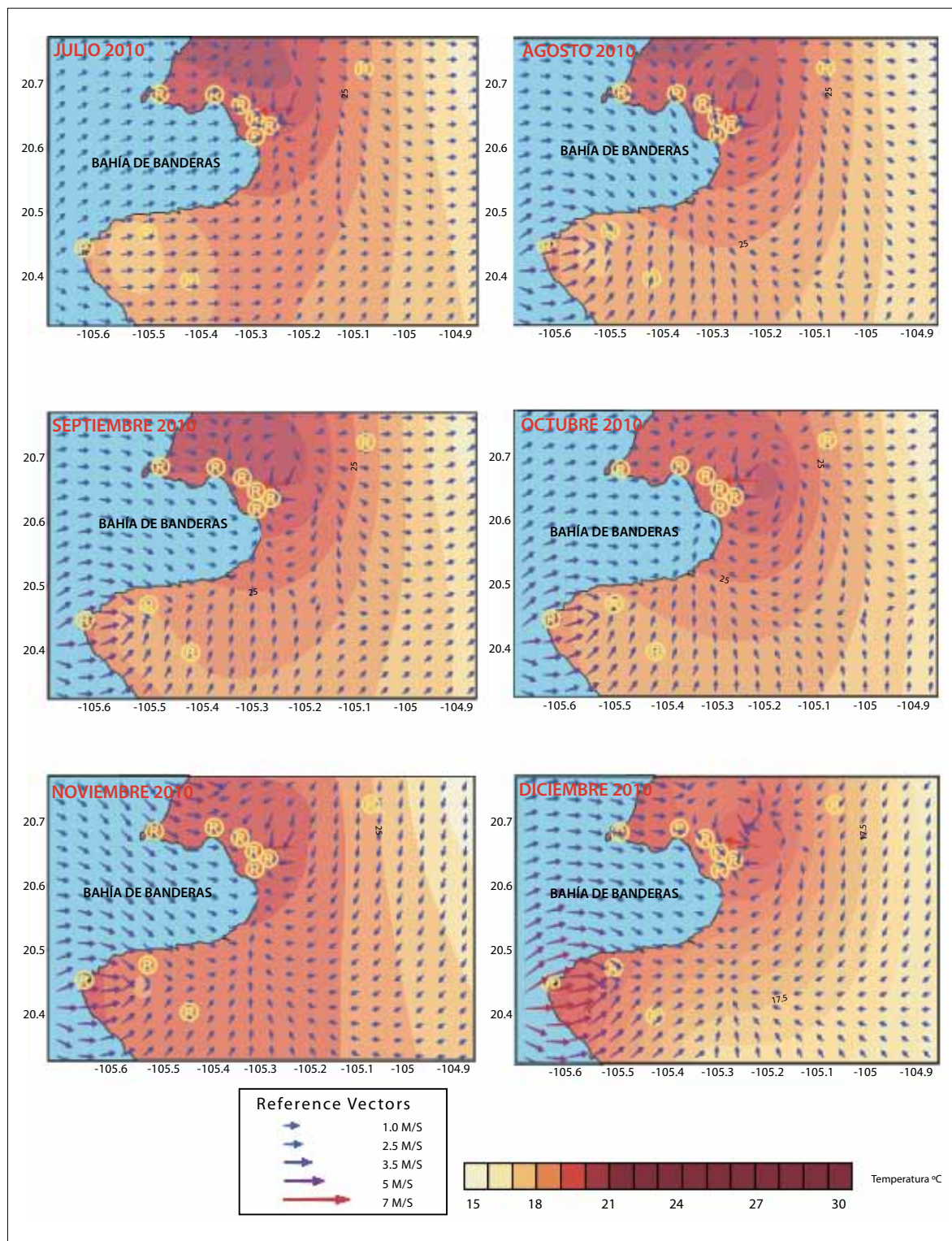


Figura 4-a. Comparación en los periodos húmedos y secos del campo de viento en la región de Bahía de Banderas.

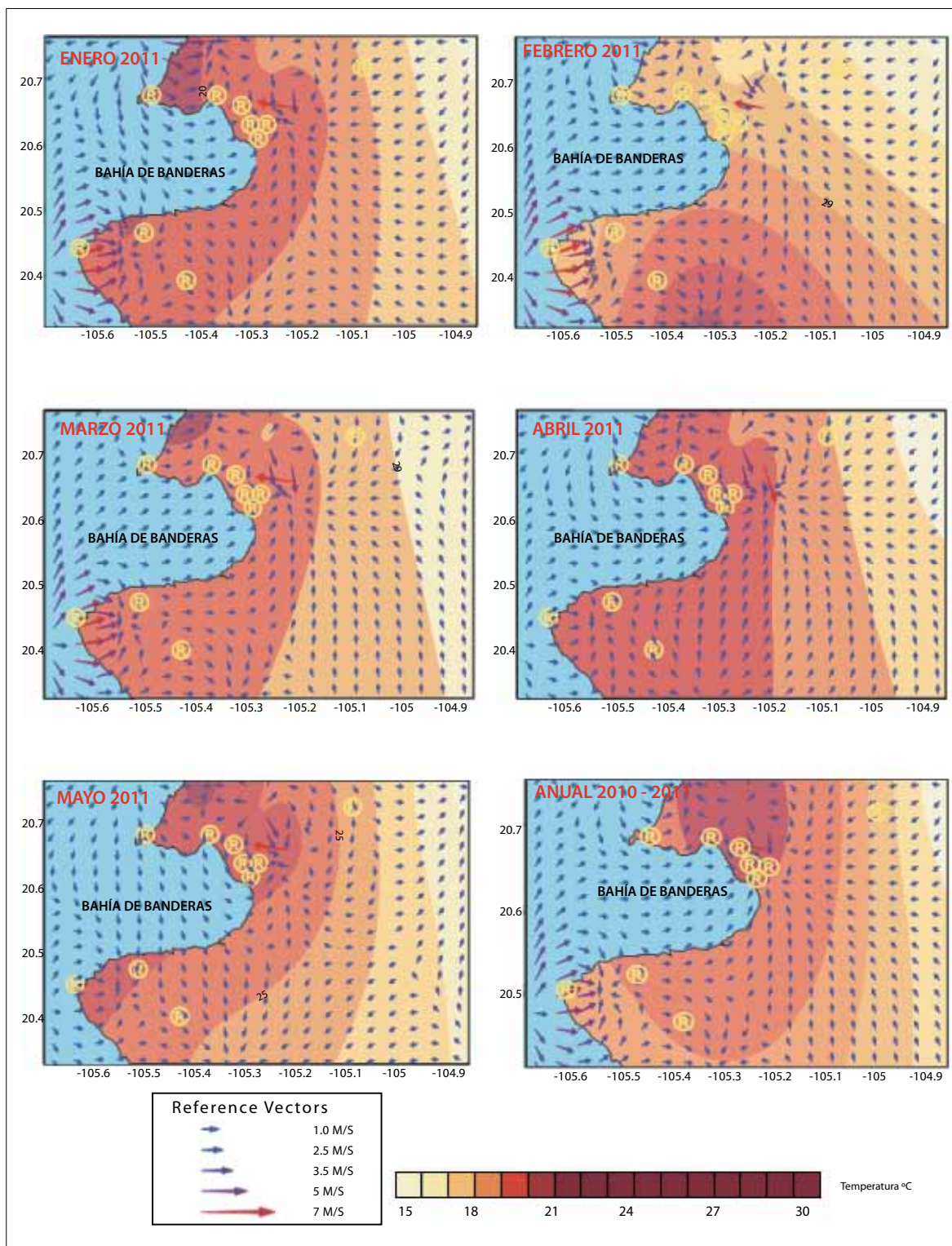


Figura 4-b. Comparación en los periodos húmedos y secos del campo de viento en la región de Bahía de Banderas.

verse Distance Weighting, IDW por sus siglas en inglés) asume que cada punto muestral tiene una influencia en su vecindad que disminuye con la distancia. Este método da más peso a los puntos más cercanos a la celda de la que se trata de obtener el valor, que aquéllos que están más alejados. Se puede utilizar, para la obtención de cada valor interpolado, los datos de un número específico de puntos conocidos o todos los puntos dentro de un radio preestablecido.

Se ha utilizado este método de interpolación ya que parece razonable que las estaciones meteorológicas con datos de viento más alejadas del punto de cálculo, tendrán menos influencia que las que están más cerca. Este método de interpolación es de los más sencillos y con mejores resultados (Bosque, 1997; Hutchinson, 1998).

El método puede ser global o local dependiendo del número de puntos muestrales que intervengan en el cálculo. Lo usual es no emplear todos los puntos muestrales, sino únicamente los vecinos más próximos a cada punto calculado (González y Bosque, 2008). Una desventaja de este método de interpolación radica en que el algoritmo está forzado a tener máximos o mínimos en los puntos con datos conocidos (muestrales) o sobre la frontera de estudio (bordes de la región).

Se observa que el comportamiento del viento superficial en las estaciones localizadas en Bahía de Banderas depende principalmente del relieve y época del año. Las magnitudes del viento de mayor intensidad se observan en la zona costera y en el valle, en comparación a la sierra. De julio 2010-junio 2011, los vientos más intensos se presentaron en agosto de 2010. Según se observa en los mapas, las zonas donde la intensidad de los vientos es mayor es la región de Cabo Corrientes (parte sur de la Bahía), donde se encuentra la estación del Faro, en la cual se puede observar que hay una relación en la magnitud del viento con gradiente de temperatura.

Los mapas realizados se pueden aplicar en la caracterización de algunos aspectos de los principales factores eólicos adversos (incendios) para un desarrollo agroforestal en la región de Bahía de Banderas. Es posible conocer la distribución de los vientos extremos en una zona afectada con el paso de un fenómeno hidrometeorológico.

Los resultados obtenidos demuestran que el modelo empleado es una herramienta adecuada para calcular el campo de velocidades, en la zona en estudio cuya topografía es algo compleja (montañas mayores de 1 000 m de altura entre mesetas y valles).

## DISCUSIÓN

De acuerdo con los resultados obtenidos, se observa claramente un comportamiento de brisa marina en la región de Bahía de Banderas, en donde las estaciones que se encuentran en la zona costera no tienen ninguna barrera en contra del viento, lo cual hace que el viento penetre de mar a tierra; mientras que las que se encuentran en la parte de montaña, el viento que entra se encajona y se bifurca nuevamente con dirección vertical.

Estos resultados concuerdan cualitativamente con lo reportado en algunos trabajos de comportamiento de viento en terrenos complejos (González y Bosque, 2008; González, 2006; Correa *et al.*, 2008). Se sugiere que lo descrito anteriormente, podría tener mejores resultados si se considerará una estación meteorológica mar adentro.

## CONCLUSIÓN

En cuanto al comportamiento promedio mensual de la velocidad del viento, se observa un incremento desde agosto del 2010 a marzo del 2011, donde se aprecia claramente en enero del 2011 hay un aumento en la temperatura y magnitud del viento. De abril a junio del 2011 se observa un descenso en el promedio mensual de la velocidad. Julio del 2010 corresponde al de menor velocidad.

En el mapa de promedio anual se observa un aumento de la velocidad del viento en la región sur de la bahía, donde se encuentra la estación de el faro, lo que nos demuestra, que al no tener una barrera contra el viento, ésta presenta una gran fuerza en la velocidad del viento.

Al aplicar el método de interpolación de las medias móviles, se logró la elaboración de mapas de campo de viento de manera satisfactoria, con-



cordando los resultados obtenidos con algunas observaciones en tiempo real.

El comportamiento del viento a nivel de superficie en las estaciones localizadas en la zona de Bahía de Banderas, está directamente ligado a la altura del terreno, relieve y época del año.

Conforme la serie de datos sea más larga, éstos serán más precisos teniendo en cuenta que el fenómeno que se está estudiando es muy variable en el tiempo y, por tanto, se necesitan largos periodos de estudios para recabar datos representativos de la zona en estudio.

Los resultados presentados en este trabajo son una aproximación del comportamiento del viento y temperatura, y de su interacción con la atmósfera en Bahía de Bandera.

## AGRADECIMIENTOS

A COETCYTJAL y UdeG por el apoyo brindado en el proyecto PS 2009 909 y 5- 2010 – 1 - 0932.

## REFERENCIAS

- Achberger, C., M. Ekström and L. Bärring (2002), "Estimation of local near-surface wind conditions-a comparison of WASP and regression based techniques", *Meteorological, Applications Earth and Environmental Sciences*, vol. 9, pp. 211-221.
- Bhumralkar, C. M., R. L. Mancuso, F. L. Ludwig and D. S. Renne (1980), "A practical and economic method for estimating wind characteristics at potential wind energy conversion sites", *Solar Energy*, no. 25, pp. 55-66.
- Blumen, W. Mountain (1990), "Atmospheric processes over complex terrain", *Amer Meteorological Society*, vol. 23, June, p. 45.
- Bosque Sendra, J. (1997), *Sistemas de información geográfica*, 2ª. ed., Rialp, Madrid.
- Castro, R. y A. Martínez (2010), "Variabilidad espacial y temporal del campo de viento", en Gaxiola Castro, G. y R. Durazo, *Dinámica del ecosistema pelágico frente a Baja California, 1997-2007: diez años de investigaciones mexicanas de la Corriente de California*, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México, pp. 129-147.
- Correa, M., C. Zuluaga, C. Palacio, J. Pérez y J. Jiménez (2008), *Acoplamiento de la atmósfera libre con el campo de vientos locales en una región tropical de topografía compleja. Caso de estudio: Valle de Aburrá, Antioquia, Colombia*, Dyna, Medellín, pp.17-27.
- Chávez Dagostino, R. M., J. L. Cifuentes Lemus, E. Andrade Romo, M. Bravo Olivas y R. Espinoza Sánchez (2009), "Impactos del turismo en las comunidades pesqueras de la Bahía de Banderas, Nayarit-Jalisco", *Acta pesquera*, núm. 2, pp. 23-40.
- Endlich, R. M. and J. R. Lark (1963), "Objective analysis of some meteorological quantities", *J. Appl. Meteorological*, vol. 2, pp. 66-81.
- FAO (2003), *Recursos Genéticos Forestales. Estado de la diversidad biológica de los árboles y bosques en el sur y sureste de México* [<http://www.fao.org/docrep/006/j0606s02.htm> 22 de diciembre de 2011].
- González Ferreiro, D. (2006), *Cartografía de exposición a riesgos tecnológicos mediante modelos de dispersión atmosférica y mapas de viento*, tesis de Maestría, Escuela de Arquitectura y Geodesia, Ingeniería en Geodesia y Cartografía, Madrid.
- González Ferreiro, D. y J. Bosque Sendra (2008), "Generación de un mapa de vientos en un SIG", *Boletín de la A.G.E.*, núm. 47, pp. 21-77.
- Hutchinson, M. F. (1998), "Interpolation of rainfall data with thin plate smoothing splines: I. Two dimensional smoothing of data with short range correlation", *J of Geographic Information and Decision Analysis*, vol. 2, no. 1-2, pp.139-151.
- Jáuregui Ostos, E. (2003), "Algunos conceptos modernos sobre la circulación general de la atmósfera", *Investigaciones Geográficas, Boletín*, núm. 50, Instituto de Geografía, UNAM, México, pp. 121-143.
- Morales Hernández, J. C., F. M. Carrillo González, V. M. Cornejo López y J. Téllez López (2010), "Análisis del campo de viento en Puerto Vallarta, Jalisco, México", *Avances sobre Investigaciones Marinas y Acuícolas del Pacífico Tropical Mexicano*, vol. 2, pp.11-18.
- Muñoz, V. N. (2001), *Pastos marinos. Ambientes marinos costeros de Costa Rica*, p. 41.
- Quine, C. P. (2000), "Estimation of mean wind climate and probability of strong winds for wind risk assessment", *Forestry*, vol. 73, pp. 247-258.
- Suárez, J. C., B. A. Gardiner and C. P. Quine (1999), "A comparison of three methods for predicting wind speeds in complex forested terrain", *Meteorological. Appl.*, no. 6, pp. 329-342.
- Traci, R. M., G. T. Phillips and P. C. Patnaik (1978), "Developing a site selection methodology for wind energy conversion systems", *Science Applications, Inc.* Prepared for the United States Department of Energy, pp. 23-45.