

PATRONES DE VIENTOS TROPOSFÉRICOS EN LA CUENCA DEL LAGO DE MARACAIBO, VENEZUELA*

Patterns of Tropospheric Winds in the Maracaibo Lake Basin, Venezuela

***Jorge López, Rigoberto Andressen,
y Arnaldo Lugo***

RESUMEN

Se estudió el patrón de vientos en la baja tropósfera, en los sectores meridional y oriental de la cuenca del Lago de Maracaibo utilizando globos-pilotos, durante el período abril-mayo de 2004. Los lanzamientos se hicieron desde las localidades de El Chivo (08° 56' 22" N., 71° 37' 47" O., 23 msnm), Mene Grande (09° 49' 00" N., 70° 56' 00" O., 27 msnm) y La Cañada (10° 34' 00" N., 71° 44' 00" O., 66 msnm). Los períodos de lanzamiento se dividieron en matutinos y vespertinos con el fin de precisar las diferencias en los flujos meridionales y zonales en diferentes períodos del día. Estos flujos fueron obtenidos para diferentes alturas en cada lanzamiento, mediante el software *Corrige* de la *Administración Nacional de Atmósfera y Océanos* de Estados Unidos (NOAA) y fueron promediados para los tres días de lanzamientos. El ciclo diurno y el efecto de brisa lago-tierra se pudieron observar en la localidad de Mene Grande y, parcialmente, en la localidad de El Chivo. En la localidad de la Cañada, ubicada en el extremo norte de la cuenca, el aumento de la velocidad del viento con la altura fue el aspecto más resaltante.

* Recibido: 10-09-2009.

Aceptado: 11-12-2009.

PALABRAS CLAVE: Flujo, vientos troposféricos, cuenca, globos-pilotos, Lago de Maracaibo, Venezuela.

ABSTRACT

The pattern of winds in the lower troposphere in the southern and eastern sectors of the Maracaibo Lake basin was studied by using balloon-pilots during the period April-May 2004. The launches were made from El Chivo (08° 56' 22" N., 71° 37' 47" O., 23 msnm), Mene Grande (09° 49' 00" N., 70° 56' 00" O., 27 msnm), and La Cañada (10° 34' 00" N., 71° 44' 00" O., 66 msnm), being divided into morning and afternoon launches, in order to detect the differences in the southern and zonal flows at different times of the day. These flows were obtained for different heights for every launch, using Corrige, a software available from the National Oceanic and Atmospheric Administration, USA (NOAA), and was averaged for the three days of the experiment. The diurnal cycle and the effect of lake-land breeze could be observed at Mene Grande and, partially, at El Chivo. At La Cañada, located at the north end of the basin, the increase in wind speed with height was the most remarkable aspect.

KEY WORDS: Flow, Tropospheric Winds, Basin, Balloon-pilots, Maracaibo Lake, Venezuela.

INTRODUCCIÓN

Las condiciones atmosféricas sobre el norte de Suramérica y el sur del Caribe, zona geográfica en la que se encuentra el territorio venezolano, presentan características propias, diferentes de las que prevalecen en otras latitudes (Andressen, 2007). En primer lugar, la circulación tropical comprende una parte muy importante de la tropósfera, ya que la tropopausa tropical alcanza una altura aproximada de 20 km, para una presión aproximada de 100 hPa y una temperatura potencial de $390^{\circ} \text{K} \pm 10^{\circ}$ (Medina, 1976).

La circulación atmosférica dominante sobre esta región, puede dividirse en dos períodos: el patrón del período seco, que corresponde al lapso de octubre/noviembre a marzo/abril, dominado por la presencia de una alta presión superficial sobre el área del Caribe, que se extiende como dorsal anticiclónica hacia el norte de Suramérica. Durante este

período, sobre Venezuela, la componente zonal del viento es básicamente del este, desde la superficie hasta los niveles altos de la tropósfera, se presentan velocidades entre 2,5 y 5 m s⁻¹. Este patrón de circulación se mantiene hasta los meses de marzo-abril. En el período lluvioso, que se inicia, por lo general, en mayo y se extiende hasta noviembre, la componente zonal del viento sigue siendo del este, desde la superficie hasta la media tropósfera (Andressen, 2007).

La cuenca del lago de Maracaibo, región geográfica donde se realizó el experimento, está ubicada al occidente del país, y se halla enclavada entre la cordillera de Perijá, al oeste, y la cordillera de Mérida, al sur y sureste. Al norte y noreste, se halla abierta a las influencias atmosféricas provenientes del golfo de Venezuela y del mar Caribe (Andressen, 2007) (figura 1).

Esta cuenca, en la que se incluye la superficie libre del lago, así como la del estrecho y la bahía de El Tablazo, tiene una superficie del orden de los 88.510 km² (Córdova y González, 2007). El lago ocupa el fondo de la depresión y comprende una superficie de 13.280 km², circundado por ciénagas y áreas anegadizas al suroeste y sur; al norte, se comunica con el mar Caribe. Este extenso cuerpo de agua juega un papel muy importante como factor climático regional.

Las características fisiográficas de la cuenca del lago de Maracaibo inducen, por debajo de los 2000 m, una circulación atmosférica regional ciclónica en la baja tropósfera. El flujo de los alisios provenientes del este y este-noreste, además de recurrarse por efecto de la orografía, se ve obligado a ascender por las vertientes, principalmente al oeste, sur y sureste; siendo la velocidad de ascenso función de las características del relieve y de la estabilidad atmosférica. Este proceso conduce a la formación de abundante nubosidad, que favorece la ocurrencia de altas precipitaciones. El lago de Maracaibo, como cuerpo de aguas cálidas, se comporta como una extensa superficie evaporante que genera, principalmente en su parte meridional y oriental, un régimen de vientos superficiales de brisas de lago y tierra, que pueden alterar el comportamiento de las tormentas, que suprimen o favorecen, la actividad convectiva; lo que tiende a reflejarse en la cantidad y distribución de la precipitación (Andressen, 2007).

En los meses de diciembre a abril, los alisios del este-noreste soplan con gran intensidad sobre el golfo de Venezuela y penetran hacia la cuenca

del lago. En la parte occidental de este último, los vientos se deslizan forzosamente hacia las vertientes de los Montes de Oca y sierra de Perijá, desviándose hacia el sur. Estos vientos procedentes del norte, en conexión con la Brisa de Lago (fenómeno que se forma generalmente entre las 08 y 10 horas) generan una circulación cerrada, y por ende una relativa baja presión, cuyo centro por lo general se sitúa sobre la desembocadura del río Catatumbo. Un poco más hacia el sur, el flujo de aire proveniente del norte se encuentra con el proveniente del sur procedente de la cuenca del río Táchira, formándose una convergencia local, causante general de las lluvias abundantes durante todo el año en esta región (Goldbrunner, 1963). Por ejemplo, la localidad de Casigua, ubicada a 08° 45' N., 72° 31' O y 55 msnm, tiene una precipitación anual media de 2051 mm y 107 días de lluvia al año (Venezuela, 1980).

La baja presión inducida en el suroeste de la cuenca del lago de Maracaibo, con valores entre 1006 y 1008 hPa, es más o menos intensa, para esta situación latitudinal, y cambia de posición geográfica, dependiendo de la intensidad de los vientos sobre el golfo de Venezuela y de los contrastes térmicos en la cuenca del lago, producto del balance radiativo diurno.

Según Goldbrunner (1963) y Andressen y Díaz (2000) esta circulación cerrada se extiende en altura hasta los 2000 m sobre el nivel del mar, sobre este nivel se hace presente la circulación general regional. Esta situación sinóptica característica del lago de Maracaibo es casi permanente durante los meses de diciembre a abril, y frecuente en el resto del año.

La vertiente noroeste de la sierra de La Culata, que drena hacia la cuenca del lago de Maracaibo, sirve como barrera a los flujos de aire que inciden sobre la misma, generándose un efecto orográfico sobre la pluviometría; que se evidencia por las marcadas diferencias entre el régimen y la cantidad de lluvia de las zonas altas, el piedemonte y la zona deposicional a orillas del lago mismo (Andressen y Díaz, 2000). En relación con la importante influencia del lago, se aprecia un marcado efecto sobre la climatología de esta cuenca y en especial sobre la cantidad y distribución de la precipitación. En general, según Goldbrunner (1963), esta cuenca posee características sinópticas propias y es referida por Snow (1976), como una región climática bien definida en Venezuela.

Sin embargo, dichas características locales están relacionadas con la circulación general de los vientos predominantes en el Caribe y sobre Venezuela.

La influencia de las brisas del lago en esta zona puede activar procesos convectivos y el desarrollo de convergencia local. Al mismo tiempo se relaciona con la presencia de nubosidad abundante en horas de la mañana (*brisas de tierra*) y la ocurrencia de precipitación.

En este trabajo, mediante la obtención de los perfiles de vientos a diferentes niveles con la altura, se determinará, para el área de estudio, la intensidad y estructura de los flujos dominantes para ciclos matutinos y vespertinos, y tratar, además, de investigar la ocurrencia y características de sistemas de *brisas Lago-Tierra* en los sectores meridional y oriental de la cuenca.

METODOLOGÍA

El trabajo se llevó a cabo en tres localidades de la cuenca del lago de Maracaibo (tabla 1, figura 1), ubicadas en distintas posiciones geográficas, a objeto de tener una buena representatividad de los patrones de vientos.

El estudio de vientos se hizo según mediciones en altura, usando globos-pilotos lanzados desde las localidades mencionadas. Se realizaron un total de cuatro lanzamientos diarios, a las 12:00, 15:00, 18:00 y 21:00 UTC (Tiempo Universal Coordinado), equivalente a las 08:00, 11:00, 14:00 y 17:00 hora venezolana respectivamente, durante tres días sucesivos entre el 30 de abril y el 2 de mayo de 2004. Las mediciones se hicieron con el uso de teodolitos meteorológicos, localizados en sitios previamente nivelados y orientados mediante el uso de GPS; para la observación y seguimiento de los globos pilotos de color blanco y rojo, dependiendo de las condiciones de nubosidad y hora del día. Los globos fueron inflados con hidrógeno hasta alcanzar un peso de 30 gr, para una velocidad de ascenso de $2,5 \text{ m s}^{-1}$.

Tabla 1. Ubicación geográfica de los sitios desde donde se hicieron los lanzamientos de los globos pilotos

Localidad	Latitud Norte	Longitud Oeste	Altitud m.s.n.m.
El Chivo	08° 56' 22"	71° 37' 47"	23
Mene Grande	09° 49' 00"	70° 56' 00"	27
La Cañada	10° 34' 00"	71° 44' 00"	66

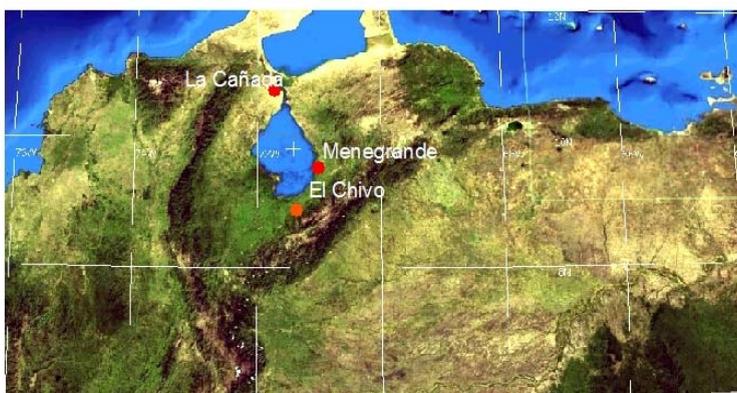


Figura 1. Ubicación geográfica de la cuenca del lago de Maracaibo y localización de los sitios de lanzamiento de los globos pilotos

Las mediciones se hicieron cada 30 segundos durante los primeros ocho minutos de cada lanzamiento y cada minuto a partir del minuto nueve. Estas mediciones incluyeron la altura y el ángulo acimutal, mediante la lectura de dos escalas localizadas en la parte media del teodolito.

Las lecturas angulares de elevación y acimut en grados, fueron corregidas mediante el uso del programa *Corrige* (Douglas *et al.*, 2004); programa que, al mismo tiempo, sirvió para obtener los valores de la magnitud del viento en m s^{-1} , la dirección en grados, las componentes zonal y meridional y las correspondientes posiciones odográficas.

Con base en la localización de las estaciones de Mene Grande y El Chivo, al este y sur del lago de Maracaibo respectivamente, se elaboraron perfiles verticales de viento, meridionales –componente v y zonales–componente u . Estos perfiles, se elaboraron para mediciones en un

período matutino, tomó como base las observaciones de las 12:00 UTC (08:00 HLV) y un período en la tarde que incluyó el resto de observaciones de cada día.

Los valores de los perfiles incluyeron respectivamente el promedio de las velocidades en m s^{-1} correspondiente a las componentes **u** y **v** mencionadas, en los tres días de mediciones así como la altura respectiva sobre la superficie. En relación con el ciclo diurno y la posible ocurrencia de brisas del lago y tierra, el análisis se hizo con base en la comparación simultánea de los perfiles verticales de las componentes meridional y zonal del viento, en los períodos de la mañana y de la tarde, en el Chivo y Mene Grande. Las celdas de circulación para el campo de viento en El Chivo y Mene Grande se caracterizaron, según lo propuesto por Linacre (1992), para las escalas de los procesos atmosféricos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los mapas correspondientes al flujo de viento (figura 2) para los niveles 500, 1500 y 3000 m de altura, durante el 30-04-2004, a las 12 UTC (08 HLV), muestran, particularmente, el carácter ciclónico de la circulación en horas de la mañana. Esta característica del campo de viento denota la importancia de la orografía en la circulación cerrada del flujo regional en la cuenca del lago de Maracaibo.

Un comportamiento similar del viento en los niveles bajos en esta región, había sido reportado por Goldbrunner (1963) y Andressen y Díaz (2000). Este patrón de circulación, inducido por la orografía circundante (cordilleras de Perijá y de Mérida), es constante y alcanza, según Goldbrunner (1963), aproximadamente, el nivel de los 2000 m. Sin embargo, y según en las observaciones realizadas en este trabajo, el nivel que predomina en la circulación general regional parece estar por encima de los 2.800 m de altura.

Respecto al sector meridional de la cuenca, donde está ubicada la estación El Chivo, el perfil de la componente meridional (figura 3), muestra el predominio de vientos del sur en todos los niveles (desde 100 hasta 3100 m de altura), durante las horas de la mañana. No obstante, en el estrato entre 350 a 750 m se presentan vientos débiles del norte. A 2600 m de altura la velocidad máxima alcanza $3,7 \text{ m s}^{-1}$.

En horas de la tarde, desde el nivel del suelo hasta los 1400 m. los vientos son débiles y cambian de sur a norte, mientras que por encima de esta altura (1400 m), los vientos son del sur, y alcanzan una velocidad de $1,8 \text{ m s}^{-1}$ a los 2000 m.

Dado que la localidad está ubicada en el sector meridional del lago, a unos 20 km del piedemonte andino-lacustre y a 10 km de la costa del lago, su ciclo diurno parece estar determinado por el efecto orográfico de la vertiente andino-lacustre de la sierra de la Culata que alcanza una altitud superior a los 3000 m. Esto significa la existencia de un flujo de aire descendente de la vertiente andino-lacustre hacia el lago mismo, en la madrugada y horas de la mañana, con un débil contraflujo en el nivel cercano a 500 m de altura (figura 4, tabla 2).

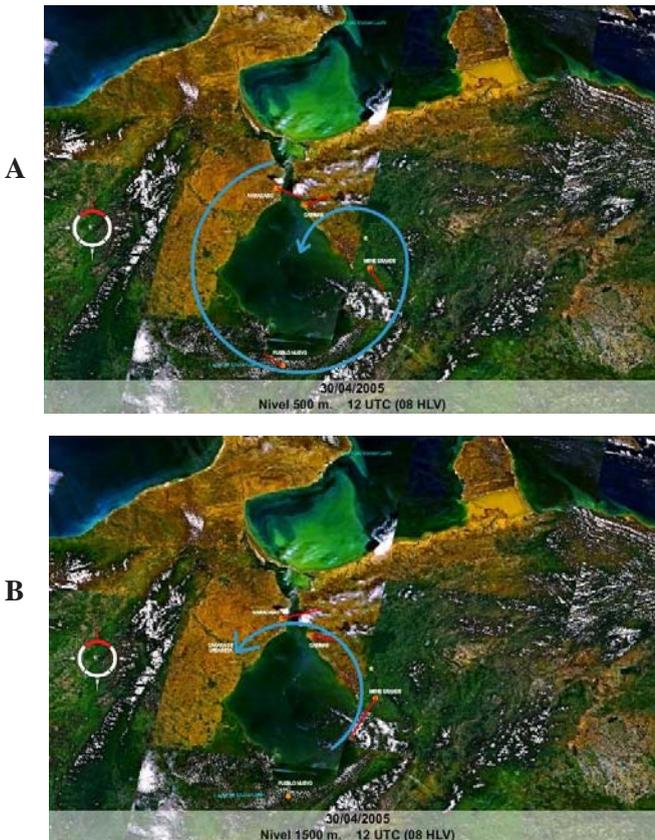




Figura 2. Dirección promedio del viento a diferentes niveles A: 500 m, B: 1500 m y C: 3000 m, a las 12 UTC (08 Hora de Venezuela)

Perfil Meridional Mañana-Tarde

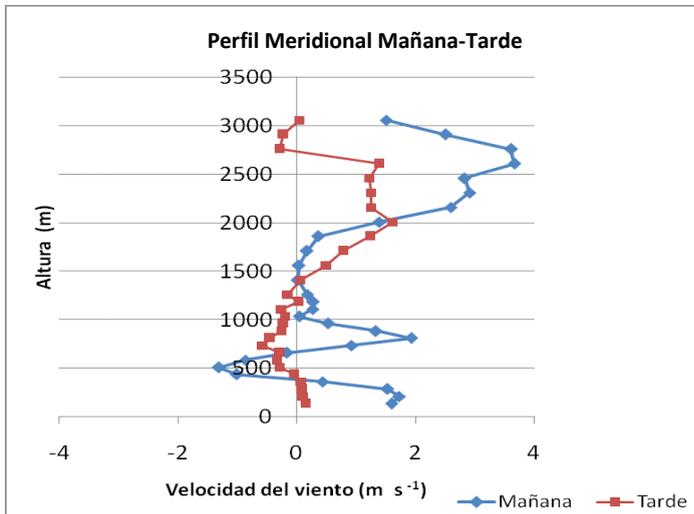


Figura 3. Componente meridional-v (N-S) del viento, a diferentes niveles, en la localidad El Chivo, para la mañana y la tarde.

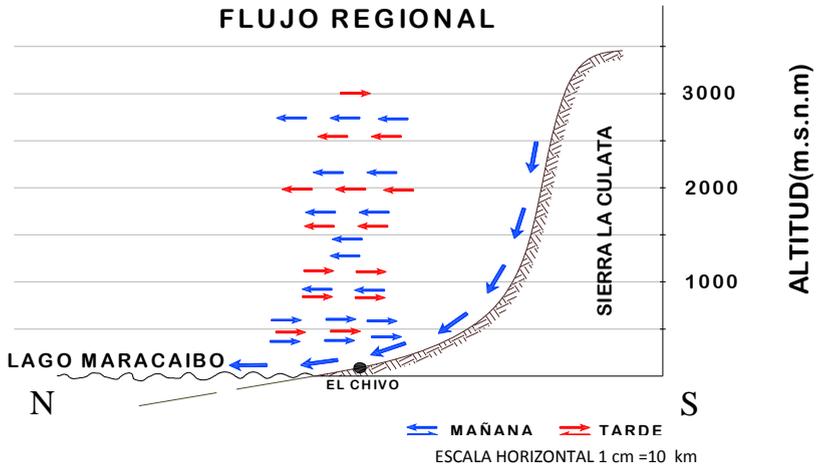


Figura 4. Flujos matutino y vespertino en la localidad de El Chivo, con indicación del flujo descendente desde la vertiente andino-lacustre hacia el lago.

Tabla 2. Dimensiones características del sistema de circulación de la brisa. Tierra – Lago en El Chivo

Período	Horizontal (m)	Vertical (m)	Relación H / V	Longitud característica (m)	Tiempo característico (h)	Tasa ($m s^{-1}$)
Mañana	20.000	400	50	2.820	6	0,13
Tarde	15.000	400	37	2.450	6	0,11

Para la localidad de Mene Grande, ubicada en la costa oriental del lago (figuras 5 y 6, tabla 3), el estrato cercano a la superficie con un espesor de aproximadamente 350 m. muestra vientos matutinos débiles del este, de $1 m s^{-1}$, de tierra hacia el lago. En la tarde los vientos del oeste, de hasta $1,9 m s^{-1}$ soplan del lago hacia tierra, en un estrato que alcanza 500 m. de espesor. En ambos casos la velocidad de los vientos disminuye con la altura. Este sistema de vientos, que alcanza una dimensión horizontal de hasta 30 a 40 km, tiene características más definidas de brisa Lago-Tierra que en El Chivo.

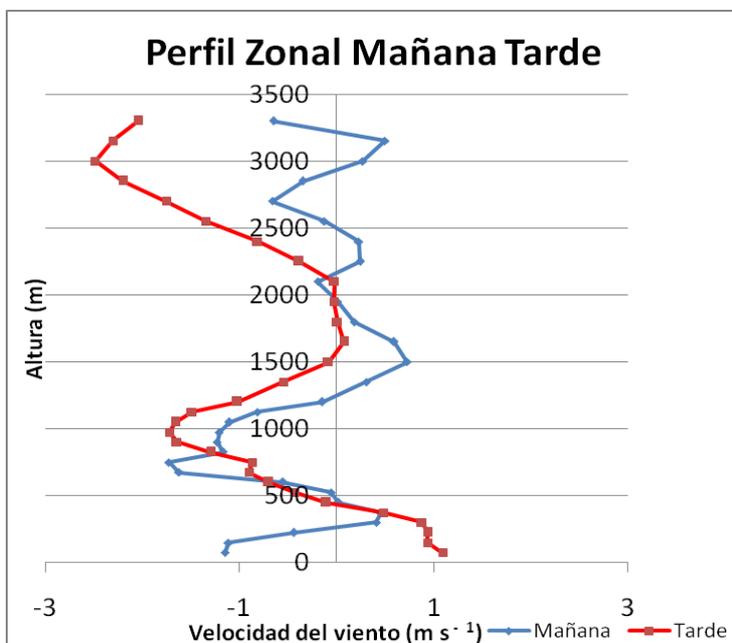


Figura. 5. Componente zonal-u (E-O) del viento, a diferentes niveles, en la localidad de Mene Grande, para la mañana y la tarde.

En el curso del día, cuando el sol calienta la superficie sólida de la tierra, la capa de aire que se encuentra sobre la misma se calienta y se hace menos densa, lo que genera, en la atmósfera baja, una relativa baja presión. Sobre la superficie lacustre el calentamiento es más lento. Se crea, entonces, un gradiente de presión que, aunque débil, impulsa los vientos desde el lago hacia tierra en horas de la tarde en la capa baja de la atmósfera, entre el nivel del suelo y 500 m. de altura.

La formación de este sistema de vientos depende de dos factores: el contraste de la temperatura del aire entre el lago y la tierra, que determina el gradiente bórico horizontal, y la magnitud del viento regional, que depende de los gradientes de presión a una escala más

general o continental. En días con fuerte insolación, los contrastes térmicos tienden a ser mayores y, por lo tanto, la brisa Lago-Tierra es más notable. Si el viento regional es muy fuerte, la brisa Lago-Tierra se hace más débil o puede llegar a anularse.

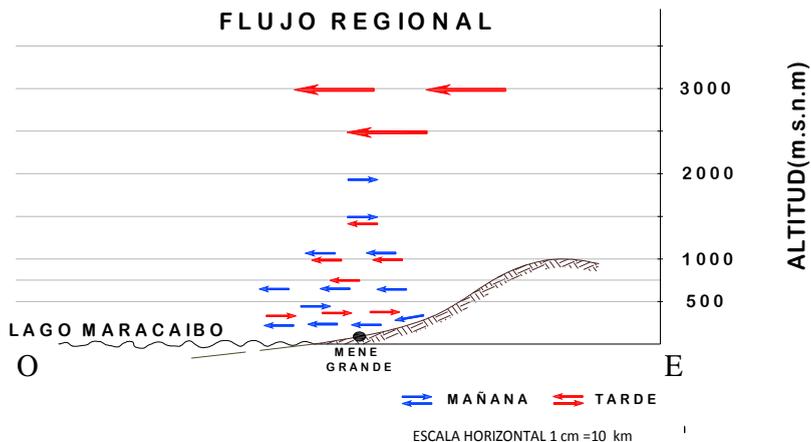


Figura 6. Sistema de circulación con indicación de los flujos de la mañana, de la tarde y del flujo regional en Mene Grande.

En el resto de los estratos superiores, encontramos durante la mañana vientos del este, entre 400 y 1200 m de altura, con una velocidad máxima de $1,7 \text{ m s}^{-1}$. Entre los 1200 y 2000 m. de altura los vientos son del oeste. Por encima de esta altura los vientos son muy débiles y cambian de oeste a este y a oeste, y, definitivamente por encima de 3200 m. los vientos son del este, como expresión del flujo regional.

Para la tarde, en el estrato entre 500 y 1600 m. los vientos son del este, y alcanzan una velocidad máxima de $1,7 \text{ m s}^{-1}$ a 970 m. de altura. Entre 1600 y 2100 m, los vientos son muy débiles, y por encima de 2100 m, los vientos son del este, con una velocidad máxima de $2,5 \text{ m s}^{-1}$ a 3000 m., nivel correspondiente al flujo regional.

El análisis del componente zonal de la mañana y de la tarde, permite verificar si el ciclo diurno muestra un sistema de circulación de brisa de Lago-Tierra. En este sentido, la estructura vertical presenta, en general,

para la mañana, vientos del este con velocidad máxima de $1,3 \text{ m s}^{-1}$ a 800 m de altura. En el estrato desde el nivel del suelo hasta los 250 m, el flujo matutino es del este, con velocidad máxima de aproximadamente 1 m s^{-1} cerca del suelo. Un contraflujo del oeste se presenta entre 250 y 500 m. En la tarde, en el estrato desde el nivel del suelo hasta 500 m, el flujo es del oeste, con un contraflujo superior entre 500 y 1500 m de altura, con velocidad máxima de $1,7 \text{ m s}^{-1}$ a 900 m. Esto indica que se presenta un sistema de circulación de brisa Tierra-Lago (figura 6). Mene Grande, a diferencia de El Chivo, no presenta relieve de importancia al este; sólo están algunas colinas de baja altura, que no exceden los 1000 msnm.

Tabla 3. Dimensiones características del sistema de circulación de la brisa Lago – Tierra en Mene Grande.

Período	Horizontal (m)	Vertical (m)	Relación H / V	Longitud característica (m)	Tiempo característico (h)	Tasa (m s^{-1})
Mañana	30.000	350	85	3.240	6	0,15
Tarde	40.000	500	80	4.470	6	0,21

Para La Cañada, localizada en el extremo norte de la depresión del lago de Maracaibo, no se observó la presencia de un ciclo de circulación de brisa Lago-Tierra; ya que este lugar está rodeado de masas de agua al norte, este y sur. En este sentido los perfiles meridional y zonal muestran, en todos los niveles, vientos de una sola dirección en la mañana y la tarde, con resultante del sur-sureste (figura 7).

El aspecto más importante en La Cañada es la variación de la velocidad del viento con la altura (figura 7). En la mañana, en todos los estratos, el viento es del sur, con velocidad que alcanza 2 m s^{-1} a 320 m, $5,6 \text{ m s}^{-1}$ a 1.100 m, $7,3 \text{ m s}^{-1}$ a 1.980 m y $14,5 \text{ m s}^{-1}$ a 3.300 m. Es decir, hay un incremento significativo de la velocidad del viento con la altura (figura 8), cuya variación se puede estimar, hasta los 4500 m., por la expresión:

$$y = 2,0887 e^{0,0006x}$$

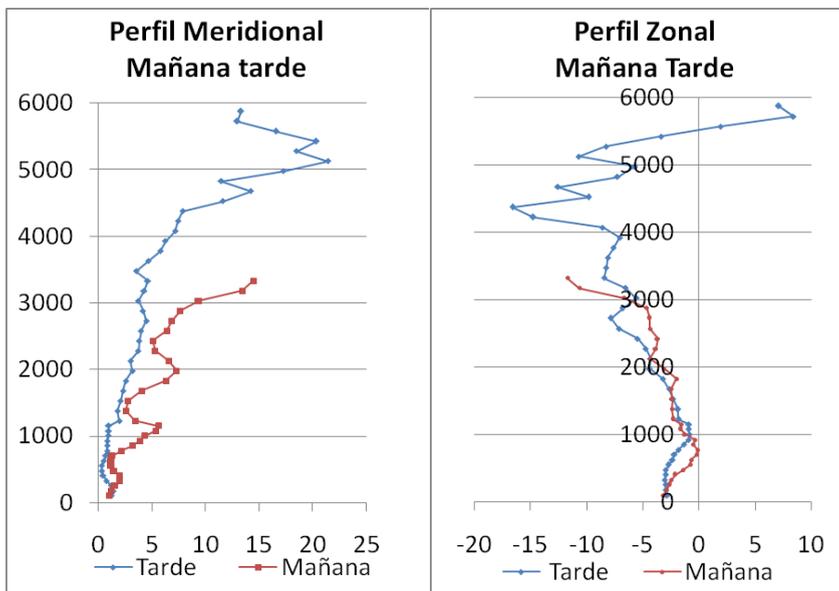


Figura 7. Componentes meridional-v y zonal-u, para mañana y tarde en La Cañada.

A 4000 m de altura la velocidad estimada es de 23 m s^{-1} , y a 4500 m podría alcanzar 31.1 m s^{-1} .

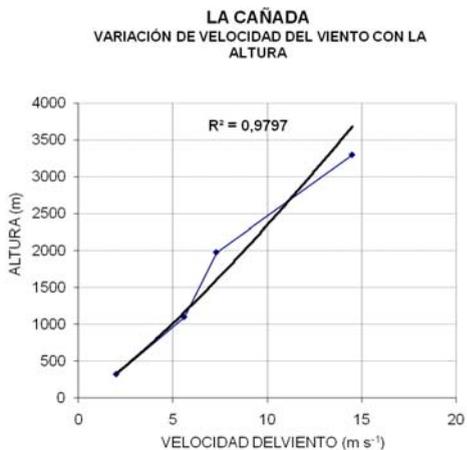


Figura 8. Variación de la velocidad del viento con la altura, en La Cañada. Valores extrapolados con base en las observaciones.

CONCLUSIONES

En general, en la cuenca del lago de Maracaibo la circulación atmosférica en la baja tropósfera está determinada por las condiciones del relieve. La presencia de la sierra de Perijá al oeste, y la cordillera de Mérida al sur y sureste desvían los vientos hacia el sur en el sector occidental de la cuenca, y luego de girar en el sector meridional, son dirigidos hacia el norte. Esta situación sinóptica es casi permanente en el período de sequía y muy frecuente en los meses del período lluvioso. (Goldbrunner, 1963; Andressen, 2007).

En el sector meridional de la cuenca, donde está ubicada la estación El Chivo, no se aprecia con claridad el sistema de brisa Lago-Tierra. Lo que sí es evidente en este sector de la cuenca del lago de Maracaibo, es la influencia del efecto orográfico de la vertiente andino-lacustre de la sierra de La Culata, donde la advección es muy importante, ya que ella depende de la dimensión vertical del sistema; los valores de las tasas obtenidas para los ciclos de la mañana y de la tarde de $0,11-0,13 \text{ m s}^{-1}$ (tabla 2) indican que se trata del rango de escala topoclimática en la que la fricción superficial, las inversiones térmicas y la formación de nubes convectivas es importante.

Para Mene Grande, sector en el que sí es más evidente la brisa de Lago-Tierra; aunque la advección es importante, debido a la mayor dimensión horizontal del sistema, el flujo vertical también lo es. Los valores de las tasas obtenidas para los ciclos de la mañana y de la tarde, de $0,15-0,21 \text{ m s}^{-1}$ (tabla 3), indican una transición de la escala topo a la mesoclimática, lo que es característico de los sistemas de circulación de brisas de Valle-Montaña y, en este caso particular, de Lago-Tierra.

Para La Cañada, el aumento significativo de la velocidad del viento con la altura es el aspecto más importante. Por encima de los 4000 m. de altura, el viento podría alcanzar velocidades de cerca de 100 km h^{-1} , escala 10 en la escala Beaufort, y cerca del límite inferior de las velocidades características de las corrientes de chorro.

Finalmente, hay que señalar que el presente trabajo se realizó al final del período seco de 2004, pues la ausencia de precipitación y la baja nubosidad favorecen las observaciones con globos pilotos. Sin embargo, sería conveniente realizar un segundo experimento en los

mismos sitios, en un lapso meteorológicamente seleccionado dentro del período lluvioso, a objeto de confirmar si los patrones de vientos obtenidos en este trabajo se mantienen a través del año, o presentan una variación estacional, que podría ser lo más probable.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. M. Douglas y J. Murillo del *Laboratorio de Tormentas Severas* de la *Administración Nacional de Océanos y Atmósfera* (NSSL/NOAA) de Estados Unidos, por el apoyo suministrado para este proyecto. Al servicio de Meteorología de la Fuerza Aérea de Venezuela. A nuestros alumnos Joel, Gary, Melissa, Merdis, Carmen, Maduro, Glidys, Mariol, David y Sangronis, por el apoyo en la realización de las observaciones de campo. Al Arq. Ellian Rubina y la Ing. Agr. Wendy Palma por su ayuda con la preparación de las figuras.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andressen, R. y A. Díaz (2000). Influencia de la altitud y la distancia al lago de Maracaibo en la caracterización pluviométrica del estado Trujillo, Venezuela. *Revista de la Facultad de Agronomía UCV.*, 26: 107 - 124.
- Andressen, R. (2007). Circulación atmosférica y tipos de climas. En Fundación Empresas Polar (Ed.). *Geo Venezuela. Medio físico y recursos ambientales. Tomo 2.* Cap. 13: 238 – 328.
- Córdova, J. y M. González (2007). Hidrografía, cuencas y recursos hídricos. En Fundación Empresas Polar (Ed.). *Geo Venezuela. Medio físico y recursos ambientales. Tomo 2.* Cap. 14: 330 – 400.
- Douglas, M., Murillo, M., Mejías, J., Orozco, R. y J. Gálvez (2004). *Tutorial del Corrige*. Versión 1.6. PACS-SONET. National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). Disponible en: <http://www.nssl.noaa.gov/projects/pacs/web/PACSSONET/> [Consultado: 2009/07/15].
- Goldbrunner, A. (1963). *Las causas de las lluvias de extraordinaria magnitud en Venezuela*. Ministerio de la Defensa. Comandancia General de la Aviación. Servicio de Meteorología. Publicación Especial No. 2. Maracay. 230 p.
- Linacre, E. (1992). *Climate data and resources: A reference and guide*. London: Routledge, 366 p.

- Venezuela. Ministerio de la Defensa. Fuerza Aérea Venezolana. (1980). *Promedios climatológicos de Venezuela. Período 1951 / 70*. Maracay: Grupo Logístico de Meteorología, 253 p.
- Medina, M. (1976). *Meteorología básica sinóptica*. Madrid: Paraninfo, 320 p.
- Snow, J. (1976). The climate of northern South America. En Schwerdtfeger, W. (Ed.) *Climates of Central and South America*. Amsterdam, 295 – 404.

Jorge López. Universidad de los Andes Escuela de Geografía Facultad de Ciencias Forestales, Mérida Venezuela: Geógrafo (1991). Universidad de Reading, Inglaterra: MSc Meteorología Aplicada (1999). Universidad de Reading, Inglaterra: Doctorante en Agroclimatología 2000-2008. Cursos realizados: Sistemas de Información Geográfica. Universidad de los Andes Escuela de Geografía Facultad de Ciencias Forestales, Mérida Venezuela Julio 2002. Meteorología Tropical: National and Atmospheric Administration NOAA, Panamá 2005. Investigador Empresa EL TAMA 1991-1992. Profesor Asociado de la Asignatura Climatología y Fenología Agrícola desde el año 1992. Correo electrónico: jorliam2001@yahoo.com.

Rigoberto Andressen L. Profesor Titular, Facultad de Ciencias, Universidad de Los Andes. Geógrafo graduado en la UCV. Postgrados: M. A. en Geografía Universidad de Wisconsin, U.S.A., M.Sc. en Meteorología, Universidad de Birmingham, Reino Unido. Cursos de Especialización: Instituto Internacional de Ciencias de la Geo-Información y Observación Terrestre, Holanda y Servicio Meteorológico de Israel. Experiencia Profesional, Ministerio de Agricultura, Servicio de Conservación de Suelos y Aguas. Universidad de Los Andes, Escuela de Geografía: Profesor de Meteorología, Climatología y Métodos Cuantitativos en Geografía. Facultad de Ciencias, Departamento de Biología: Profesor de Climatología, Ecología Ambiental. CIDIAT: Profesor de Contaminación Atmosférica. Profesor Invitado: Universidad de Colorado, U.S.A. Departamento de Geografía. Universidad de Massachusetts, Departamento de Geografía y Geología. Miembro del Panel Intergubernamental

de Cambio Climático (1991-1997) y del Comité Asesor del Programa Mundial de Investigaciones Climáticas. Miembro de la Comisión Nacional de Meteorología e Hidrología (1990-1998). Publicaciones: Capítulos de libros y artículos en revistas especializadas. Reconocimientos: Botón Honor al Mérito Profesional (Servicio de Meteorología de la Aviación) y Copartícipe del Premio Nobel de la Paz-2007 otorgado al IPCC. P.P.I. Nivel I. Sociedades científicas: Sociedad Americana de Meteorología, Colegio de Geógrafos de Venezuela y Sociedad de Ex-Alumnos de la Universidad de Birmingham. Idiomas: Español. Inglés. Correo electrónico: andressen@cantv.net.

Arnaldo Lugo. Servicio de Meteorología de la Aviación. Ministerio del P.P. para la Defensa, Maracay, estado Aragua, Venezuela.