

# Distribución interestacional de la precipitación en la región extremo oeste de la Depresión Tectónica Central de Costa Rica

Marvin E. Quesada Quesada<sup>1</sup>

Recepción: 18 de diciembre de 2007. Aprobación: 07 de abril de 2008

## Resumen

Se analiza la distribución anual del régimen de precipitación de tres ciudades ubicadas en el extremo oeste de la Depresión Tectónica Central de Costa Rica. Se divide el año en períodos interestacionales, tomando en cuenta meses secos, meses lluviosos, meses en transición y de recesión de lluvias. A pesar de que las ciudades presentan un régimen típico de la vertiente Pacífica de Costa Rica, existen diferencias en los meses de máximas precipitaciones, tanto en Naranjo como en San Ramón la primera máxima se presenta en junio, mientras que en Palmares es en mayo. En tanto, la segunda máxima se presenta en septiembre en Naranjo y Palmares, y en octubre en San Ramón. En Naranjo se registran cifras superiores en los promedios de precipitación anual con respecto a las restantes dos ciudades. Similarmente, en Naranjo los datos de dichos promedios de precipitación son muy similares durante la recesión de lluvias a mediados del año.

**Palabras claves:** Distribución interestacional, precipitación, período lluvioso, período seco, recesión de lluvias, Depresión Tectónica Central, Naranjo, Palmares, San Ramón, Costa Rica.

## Abstract

The annual distribution of precipitation regime of three cities located in the Western Region of the Central Tectonic Depression of Costa Rica is analyzed. An annual analysis is made dividing the year in inter seasonal periods, considering dry months, rainy months, months in transition and months with recession of rains. Although the cities present a regime typical of Pacific slope of Costa Rica, there are differences in the months of peak precipitation. In Naranjo as well as in San Ramón, the first peak is presented in June, whereas in Palmares it is presented in May. Meanwhile, the second peak is in September in Naranjo and Palmares but not in San Ramón; there, it occurs in October. Naranjo registered the highest quantities in the averages of annual precipitation with regard to the other two towns. Similarly, in Naranjo the average amount of this precipitation is very similar during the recession of rain in the middle of the year; this situation is very different in the other two cities.

**Keywords:** Inter seasonal distribution, precipitation, rainy season, dry season, recession of rains, Depresión Tectónica Central, Naranjo, Palmares, and San Ramón, Costa Rica.

## I. Distribución interestacional de la precipitación

El régimen de precipitación en el territorio costarricense se caracteriza por presentar dos tipos bien definidos:

A. Régimen de la Vertiente Caribe: Se caracteriza por no presentar una época seca propiamente, dado que las lluvias promedios mensuales de los meses más secos giran entre 100 y 200 mm. (Ramírez, 1983). Este aspecto ocurre porque esta región está bajo la influencia constante de los vientos Alisios del Noreste y a finales del año por los llamados vientos Los Nortes que descargan un alto porcentaje de la

humedad a barlovento de la cordillera que atraviesa el país de Noroeste a Sureste, así como en las partes bajas de dicha vertiente (Coen, 1983). Las condiciones atmosféricas características de este régimen influyen indirectamente sobre las ciudades en estudio a pesar de que éstas no se ubican en la región Caribe.

B. Régimen de la Vertiente Pacífica: Se caracteriza por presentar dos épocas bien definidas, una seca y otra lluviosa. Además, tiene la particularidad de tener dos meses de transición que son abril y noviembre, así como una disminución relativa en la cantidad de lluvias en julio y agosto, conocidas en el ámbito centroamericano como “veranillos” (Ramírez, 1983).

1. Departamento Ciencias Sociales, Sede Occidente, San Ramón, Universidad de Costa Rica [mquesada@so.ucr.ac.cr].

La región en estudio, esta influenciada directamente por este tipo de régimen de precipitación.

Las variaciones espacio-temporales de la precipitación están muy ligadas al campo de vientos y la interacción de éstos con los accidentes orográficos. El territorio nacional se encuentra influenciado durante la mayor parte del año por los vientos Alisios, que tienen una dirección media de este-noreste en el Hemisferio Norte. A pesar de su constancia, este flujo aumenta su velocidad durante julio y agosto, lo que coincide con los llamados “veranillos” en la vertiente Pacífica (Coen, 1983; Ramírez, 1983; Magaña y otros; 1999; Waylen and Quesada, 2002).

Otros campos de viento que llegan hasta la vertiente Pacífica y que contribuyen con la distribución estacional de la precipitación son los Oestes Sinópticos y los Oestes Ecuatoriales. Los primeros son inducidos por la presencia de disturbios ciclónicos en el Mar Caribe o el Norte de Centro América. Bajo la influencia de este flujo pueden presentarse, tanto temporales como veranillos, dependiendo del espesor de la capa húmeda y otras condiciones sinópticas (Ramírez, 1983). Por su parte, los segundos tienen poco espesor vertical y velocidades débiles e incursionan por el Océano Pacífico (Zárate, 1977).

Similarmente, los vientos Los Nortes, que se distinguen por ser fríos, llegan al territorio costarricense durante los meses de diciembre, enero y a veces persisten hasta abril. Estos descargan altos niveles de precipitación en la vertiente Caribe y ocasionan intensas ráfagas de viento, a veces acompañadas de lloviznas que afectan sobre todo aquellos lugares ubicados en las faldas de las serranías y en la cercanía de los pasos entre las montañas, como es el caso de San Ramón y de otros lugares ubicados en la vertiente Pacífica.

No obstante, se ha presentado en ciertos años disturbios atmosféricos como tormentas y huracanes tropicales, a pesar de que, en su mayoría, tienen influencia indirecta sobre Costa Rica, producen un incremento en las precipitaciones en algunas zonas del país (Portig, 1965; García et al, 1978; Waylen y otros, 1996; Cavazos and Hastenrath, 1990).

Además, existen vientos de mesoescala como las brisas de mar-tierra y brisas de valle-montaña, con componente Oeste, que contribuyen con el comportamiento de la precipitación de la vertiente Pacífica (Zárate, 1978). Estos son comunes durante la

temporada lluviosa y son los encargados de provocar lloviznas de carácter aislado por las tardes y por lo general sobre pequeños sectores. Esto sucede cuando la velocidad de los vientos del Suroeste no tiene la fuerza suficiente para incursionar por la vertiente Pacífica.

Uno de los mecanismos productores de mayor precipitación en Centroamérica y por ende en Costa Rica es la Zona de Confluencia Intertropical (ZCIT) (Hastenrath, 2002), cinturón donde confluyen los vientos Alisios del Noreste con los vientos del Suroeste desde mayo a octubre, los cuales propician lluvias especialmente en la vertiente Pacífica (Magaña y otros, 1999). Los meses secos en esta vertiente coinciden con el alejamiento de la ZCIT de las latitudes a la que se encuentra Costa Rica.

Se ha establecido una relación intrínseca entre la fase cálida del ENOS (El Niño) con la disminución en la cantidad y en el comportamiento de las lluvias en toda la vertiente Pacífica de Costa Rica (Ropelewski and Halpert, 1987; Hastenrath, 1988; Rogers, 1988). Sin embargo, estudios más detallados del comportamiento espacio-temporal de la precipitación han revelado que éste no es homogéneo (Fernández y Ramírez, 1991) y por lo tanto, existen patrones muy complejos aún a escala regional (Waylen y otros, 1996 a y b). No obstante, durante la fase fría del ENOS pareciera que las condiciones cambian, más bien esta vertiente recibe mayores cantidades de precipitación (Waylen y otros, 1996 a y b). Condiciones muy similares han sido analizadas en otros estudios en ciertas regiones de Latinoamérica, como es el caso de Perú, Ecuador y Colombia (Caviedes, 1975; Caviedes, 1984; Quesada y Caviedes, 1992) y en Centroamérica (Alfaro, 2000; Alfaro y Soley, 2001; Waylen and Quesada, 2002).

En vista de la diversidad de factores que interactúan para definir la distribución interestacional de la precipitación de la región en estudio, es imperativo seleccionar una alternativa de análisis más minuciosa con el fin de visualizar diferencias a nivel regional. Por lo tanto, se consideró oportuno hacer un estudio más detallado. Lo cual se resolvió al considerarse una subdivisión de todo el año en períodos mensuales.

## 2. Datos utilizados

Se utilizaron los registros mensuales de precipitación de las estaciones meteorológicas de

Beneficio Pilas en Naranjo, Palmares y San Ramón. Las dos primeras fueron facilitadas por el Instituto Meteorológico Nacional de Costa Rica y la última por el Instituto Costarricense de Electricidad. Estas son las principales estaciones que se ubican en los alrededores de las tres ciudades en estudio. Cada uno de los registros posee información superior a los 30 años. De esta forma, se dispuso de todos los años posibles para cada una de las estaciones climatológicas, razón por la cual, cada una tiene una longitud de datos distinta. No se tomaron en cuenta aquellos años que estaban incompletos.

Estación	Latitud Norte	Longitud Oeste	Elevación (m)	Periodo (años)
Naranjo	10°06'00"	84°02'00"	1042	1940-1954/ 1960-2000
Palmares	10° 03'02"	84°02'00"	1017	1945-1948/ 1950-1986
San Ramón	10° 05'06"	84°28'38"	1061	1940-1973/ 1978-1999

**Tabla 1. Ubicación y período de las estaciones climatológicas del área en estudio.**

*Fuente. Instituto Meteorológico Nacional. Catastro de series de precipitación media de Costa Rica. 1988. Actualización de datos suministrados por el IMN y el ICE, 2006.*

Estas estaciones tienen un ámbito de influencia que abarca los valles donde se ubican cada una de las ciudades. Solamente no son representativos aquellos sectores que por razones topográficas, como son cerros, o montañas obstaculizan el paso de las masas de aire. Los datos fueron recolectados por el Instituto Meteorológico Nacional y el Instituto Costarricense de Electricidad, ambas instituciones utilizaron pluviómetros para la recolección de los datos.

Cada uno de los registros mensuales de las estaciones en estudio se digitaron y se les aplicaron algunas técnicas estadísticas básicas. Es así como se logró obtener el comportamiento interanual de cada una de las estaciones. En primera instancia se obtuvo el régimen mensual de precipitación y su variabilidad para cada estación. Se usó la prueba de mejor ajuste Kolmogorov-Smirnov con un nivel de confianza del 95%. De esta forma se calcularon las medidas de tendencia central (moda, mediana, media aritmética),

así como la dispersión de los datos (amplitud, desviación estándar y coeficiente de variación), que mostraron qué tan normalmente distribuidos se encuentran los registros de datos de precipitación, lo que en términos prácticos sugiere qué tan secos o lluviosos han sido los diferentes años del registro.

### 3. Diferenciación estacional

Con la idea de explicar la distribución anual en el régimen de precipitación se han establecido períodos interestacionales. Es así como se subdividieron los meses del año, tomando como referencia meses secos, meses en transición, de recesión de lluvias y meses lluviosos. Por consiguiente, se establecieron diferentes períodos estacionales de la siguiente forma:

- Enero, febrero, marzo y abril (EFMA): Período seco.

- Mayo y junio (MJ): Período lluvioso conocido como la primera máxima de precipitación.

- Julio y agosto (JA): Período de recesión de lluvias conocido como veranillos

- Septiembre y octubre (SO): Segunda máxima de precipitación y continuación del período lluvioso.

- Noviembre y diciembre (ND): Período de transición entre el período lluvioso y el seco.

### 4. Precipitación promedio mensual y su variación

Las tres estaciones climatológicas presentan un régimen típico de la vertiente Pacífica. No obstante, se presentan ligeras diferencias entre cada una de ellas, especialmente en cuanto a la cantidad de lluvia que precipita mensualmente. Las tres estaciones muestran una distribución bimodal de la precipitación, o sea con dos máximas que corresponden con la época lluviosa. La primera en mayo-junio y la segunda en septiembre-octubre, con algunas excepciones, aunque durante julio y agosto se presenta una recesión de las lluvias (Coen, 1983, Magaña y otros; 1999; Waylen and Quesada, 2002). Esta situación climática es también sustentada por Hastenrath (1967), el cual indica que se registran altas precipitaciones durante mayo y junio sobre el Istmo Centroamericano. Sin embargo, a finales de junio, así como en algunas semanas de julio y agosto, ocurre una merma en las precipitaciones que

se caracterizan por ser días soleados, a veces con lluvia y en otros casos no llueve, sin presencia de nubes, lo cual se le ha atribuido a la intensificación de los vientos del Este y Noreste (Portig, 1965; Ramírez, 1983).

Por otro lado, durante septiembre y octubre se manifiesta un incremento de las precipitaciones promedio que coincide con la presencia de la ZCIT y la incursión de vientos provenientes del Océano Pacífico Oriental (Ramírez, 1983; Magaña y otros, 1999; Hastenrath, 2002).

Por lo general, a mediados de noviembre y parte de diciembre las lluvias disminuyen produciéndose así una transición entre la época lluviosa y la seca, lo cual se debe al alejamiento paulatino de la ZCIT hacia las latitudes de países suramericanos como Colombia, Venezuela, el Norte de Brasil y las Guayanas.

El período seco abarca desde mediados de diciembre hasta marzo, lo cual se debe a la disminución o ausencia en la incursión de los vientos del oeste y a la intensificación de los vientos del noreste. Sin embargo, durante algunos años se pueden presentar condiciones no tan secas, debido a la mayor persistencia de los vientos Los Nortes, que provocan, sobre algunos sectores, condiciones inestables, visualizados en algunas ocasiones, por lloviznas, y en otras por precipitaciones ocultas como niebla, neblina y rocío.

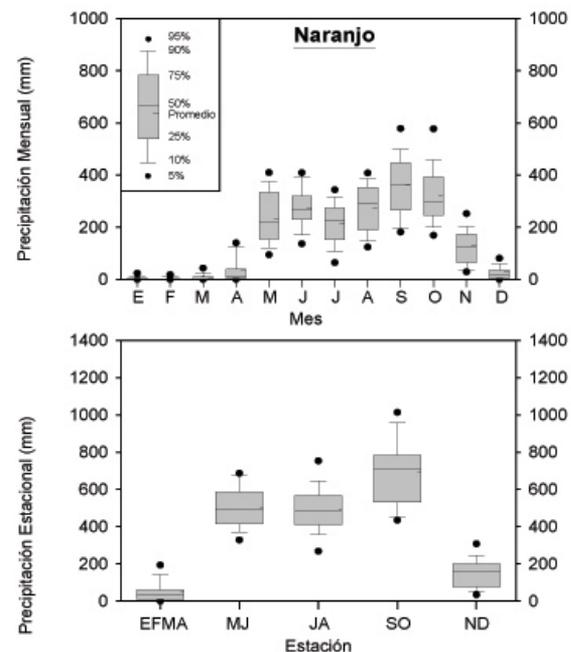
## 5. Régimen estacional

Como se puede observar en las figuras 1, 2 y 3 las tres estaciones en análisis muestran cuatro meses secos que corresponden a enero, febrero, marzo y abril (EFMA). Aunque existe la particularidad de que en ciertos años, abril recibe una mayor cantidad de precipitación, comparado con los otros meses, o sea, posee varios días con lluvia y el promedio de precipitación es superior a los 50 mm (a partir de esta cantidad se reconoce como mes lluvioso), aspecto considerado un indicativo de que es un mes en transición entre el período seco y el lluvioso.

A pesar de que se presentan dos estaciones bien definidas, se puede establecer un comportamiento estacional de cinco períodos de la siguiente forma: Los meses EFMA son secos dada la influencia de los vientos del noreste, a la ausencia de vientos del oeste y al desplazamiento de la ZCIT hacia otras latitudes (Portig, 1965). Los meses (MJ) que

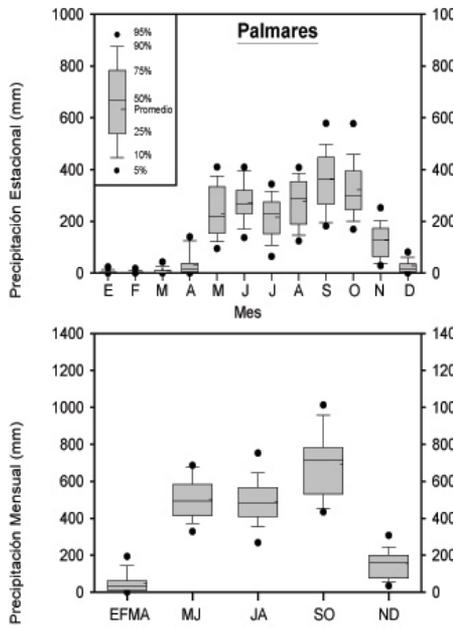
muestran la primera máxima de precipitación debido a la presencia del cinturón de la ZCIT y a la incursión de vientos provenientes del oeste (Zárate, 1977; Ramírez, 1983). Los meses de JA que presentan una recesión de lluvias, dada la intensificación de los vientos del noreste y al desplazamiento hacia el norte de la ZCIT (Waylen and Quesada, 2002). Los meses de SO que constituyen la segunda máxima de precipitación como consecuencia de la presencia de la ZCIT y a la incursión de vientos como los Oestes Ecuatoriales y algunas veces de los Oestes Sinópticos (Zárate, 1977), y los meses de ND que marcan el límite entre el período lluvioso-seco, donde los vientos Los Nortes tienen influencia sobre la región en estudio (Coen, 1983).

En la región de Naranjo la primera máxima de precipitación tiene su promedio más alto en junio, al igual que San Ramón, a diferencia de Palmares que es en mayo. La segunda máxima tiene su valor más elevado en septiembre en Naranjo y Palmares, sin embargo en San Ramón, se presenta en octubre. En diciembre se producen registros elevados de precipitación en Naranjo, situación que no ocurre en San Ramón y Palmares (Figuras 1, 2 y 3).



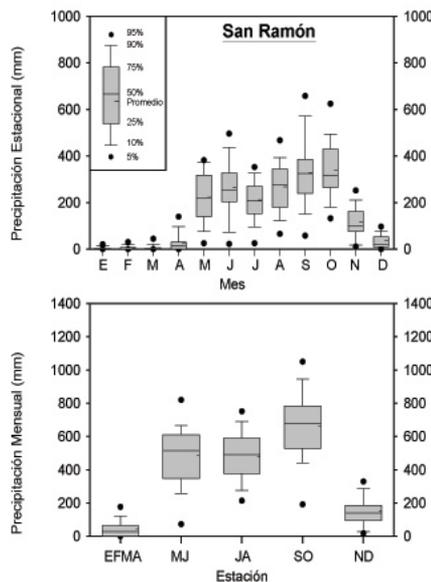
**Figura 1. Régimen de precipitación mensual y estacional en Naranjo**

*Fuente: Elaboración propia a partir de los registros de precipitación de la Estación Beneficio Pilas en Naranjo, suministrados por el IMN de Costa Rica.*



**Figura 2. Régimen de precipitación mensual y estacional en Palmares**

*Fuente: Elaboración propia a partir de los registros de precipitación de la Estaciones Palmares, suministrados por el IMN de Costa Rica.*



**Figura 3. Régimen de precipitación mensual y estacional en San Ramón**

*Fuente: Elaboración propia a partir de los registros de precipitación de la Subestación San Ramón, suministrados por el ICE.*

A pesar de que cada una de las ciudades se distancia una de otra en aproximadamente 10 km., existen serranías que dividen cada uno de los pequeños valles que hacen a su vez que se tengan diferencias en el comportamiento de la precipitación entre una ciudad y otra. Por ejemplo, mientras que en Palmares se encuentra soleado y despejado, en San Ramón al mismo tiempo esta lloviendo. En la distribución espacial de la precipitación se da la interacción de elementos y factores del clima. Por ejemplo, el relieve juega un papel fundamental en detención de masas de aire húmedo o seco, situación que se manifiesta en las tres ciudades.

Similarmente, el relieve interviene para permitir la incursión de lluvias a través de depresiones entre las montañas. Tal es el caso de los pasos de Tapezco y Arenal que modifican el clima de la ciudad de San Ramón. La orientación de las serranías ubicadas entre las ciudades es determinante en la diferenciación climática. Por ejemplo, Naranjo presenta mayores niveles de precipitación por el hecho de ubicarse en las faldas de la Sección de la Cordillera Central, mientras que Palmares al estar ubicado en una caldera volcánica se hace más difícil la incursión de masas de aire húmedo. La dimensión de las montañas también juega un papel fundamental, es así como la ciudad de San Ramón a pesar de tener serranías de dimensiones superiores, al presentar depresiones, se manifiestan incursiones de vientos y precipitación. En tanto, en Palmares a pesar de que las dimensiones de las serranías que la circundan son de menor tamaño, al estar totalmente rodeado de éstas, es escasa la posibilidad de la penetración de masas de aire.

En el caso de Naranjo por su ubicación en una falda de cordillera, su exposición ante los vientos y lluvias es mayor, de ahí que sea el lugar más lluvioso de los tres en estudio. Además, se encuentra más abierta a la incursión de masas de aire provenientes de la costa Pacífica de Costa Rica. Por el hecho de ubicarse en un lugar con colinas y depresiones es frecuente la presencia de brisas de montaña a valle que se suscitan durante las noches, lo cual contribuye durante una parte del año con lloviznas.

### 6. Consideraciones finales

Durante el período de recesión de lluvias a mediados de año o veranillos, las tres estaciones muestran que julio es el que tiene una mayor recesión, aunque los registros difieren entre todas las estaciones en análisis. En cuanto a los meses del

período seco, todas tienen los mismos meses secos, presentándose la misma situación descrita antes, por ejemplo, en Naranjo pese a la merma en las lluvias, éstas son superiores a las que se registran en San Ramón y en Palmares.

Asimismo, la estación de Naranjo muestra cifras superiores en los promedios de precipitación con respecto a las otras estaciones, para todos los períodos considerados en este estudio. Esta misma estación también tiene una particularidad no encontrada en las otras estaciones, el período estacional de julio-agosto muestra valores en los promedios de lluvia muy similares al período mayo-junio. En las tres estaciones el lapso de septiembre-octubre es el que registra los promedios más altos de lluvia para toda la serie.

De la investigación sobre el comportamiento anual y estacional de la precipitación en los tres sectores en estudio se encontró que los mayores porcentajes de precipitación se registran en Naranjo, seguido de San Ramón y el más seco es Palmares. Con respecto al comportamiento estacional de la precipitación, se visualizó que no en todas las estaciones, las máximas de precipitación o de recesión de lluvias ocurren en los mismos meses. Asimismo, las tres ciudades estudiadas muestran una gran variabilidad anual, algunos años son muy lluviosos, otros normales y algunos muy secos. De los tres sectores, San Ramón es el que presenta la mayor variabilidad, aspecto que demuestra que a pesar de la corta distancia entre los lugares en estudio la variación en la precipitación es muy marcada, aspecto que distingue a un país tan pequeño como Costa Rica, donde la influencia de patrones de circulación atmosférica y el relieve juegan un papel muy importante en su diferenciación climática.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alfaro E. 2000. "Eventos cálidos y fríos en el Atlántico Tropical Norte". En: *Atmósfera*, 13: 109-119.
- Alfaro E. y Soley J. 2001. Ajuste de un modelo VAR como predictor de los campos de anomalías de precipitación en Centroamérica. En: *Revista de Matemática*, 8 (1): 77-94.
- Cavazos T. and S. Hastenrath. 1990. "Convection and rainfall over Mexico and their modulation by the Southern Oscillation". *Int. J. Climatology*. 10, 377-386.
- Caviedes C. 1975. "El Niño 1972; Its climate, ecological, human and economic implications". *Geographical Review*. Vol. 65, 493-509.
- Caviedes C. 1984. "El niño 1982-1983". *American Geographical Society*. New York. Vol 74. pp 288-289.
- Coen, E. 1983. "The climate of Costa Rica". Chapter III of *Costa Rica Natural History*. University of Chicago, USA
- Fernández W. y P. Ramírez. 1991. "El Niño, La Oscilación del Sur sus efectos sobre Costa Rica: Una revisión". *Tecnología en Marcha* 11: 3-11.
- Garcia O. Bosart and G. DiMego. 1978. "On the nature of winter season rainfall in the Dominican Republic". *Monthly Weather Rew.* 106, 961-982.
- Hastenrath S. 1967. "Rainfall distribution and regime in Central America. Archiv fur Meteorologie". *Geophysik und Bioklimatologie*, Serie B Band 15, Heft 3: 201-241.
- Hastenrath, S. L. 1988. "Climate and Circulation on the Tropics". *Reidel*. Dordrecht.
- Hastenrath S. 2002. "The Inertropical Convergence Zona of the Eastern Pacific Revisited". *International Journal of Climatology*. 22: 347-356.
- INSTITUTO METEOROLÓGICO NACIONAL. 1988. Año del Centenario, 1888-1988 *Catastro de las Series de Precipitaciones Medidas en Costa Rica*. MINAE. San José.
- Magaña V. Amador J. y Medina S. 1999. "The midsummer drought over Mexico and Central America". *Journal of Climate*. 12: 1577-1588.
- Portig W. 1965. "Central American Rainfall". *Geography Rev.* 55, 68-90.
- Quesada M. y C. Caviedes. 1992. "Estadísticas de los Ríos de Colombia". *Revista Geográfica*. Instituto Panamericano de Geografía e Historia. Brasil.
- Ramírez P. 1983. "Estudio Meteorológico de los veranillos en Costa Rica". *Nota de Investigación N° 5*. Instituto Meteorológico Nacional, MAG, San José, Costa Rica.

- Rogers. J. 1988. "Precipitation Variability over the Caribbean and Tropical Americas Associated with the Southern Oscillation". *Journal of Climate*, 1, 172-182.
- Ropelewski, C. Halpert M. 1987. "Global and Regional Precipitation Patterns Associated with the El Niño Southern Oscillation". *Monthly Weather Review*, 115, 1606-1626.
- Waylen P. Caviedes C. and M. Quesada. 1996a. "Temporal and spatial variability of annual precipitation in Costa Rica and the Southern Oscillation". *International Journal of Climatology*, 16, p. 173-193.
- Waylen, P. Caviedes C. and M. Quesada 1996b. "Interannual Variability of Monthly Precipitation in Costa Rica". *Journal of Climate*. 9, 2606-2613.
- Waylen P. y M. Quesada. 2002. "The effect of Atlantic and Pacific sea surface temperature on the Mid-Summer drought of Costa Rica". *Environmental change and weather sustainability*. Instituto Pirenaico de Ecología, Zaragoza. España. 197-209.
- Zárate E. 1977. "Principales sistemas de vientos que afectan a Costa Rica y su relación con la precipitación". Tesis de Licenciatura, Escuela de física. UCR. San José, Costa Rica.
- Zárate E. 1978. "Comportamiento del viento en Costa Rica". Instituto Meteorológico Nacional Nota técnica de investigación N° 2. San José, Costa Rica.