

INFLUENCIA DEL ENOS SOBRE LA PRECIPITACIÓN EN LA CUENCA DEL RÍO YACAMBÚ Y LA DEPRESIÓN DE QUÍBOR, ESTADO LARA, VENEZUELA

Francis Pierre¹ y María Tirado²

RESUMEN

Se estudió la influencia del fenómeno El Niño/Oscilación del Sur (ENOS) sobre la cantidad y distribución de la precipitación en la Cuenca del Río Yacambú (CRY) y la Depresión de Quíbor (DQ), zona agrícola del estado Lara de gran importancia en la producción nacional de hortalizas. Se analizaron los datos anuales y mensuales de cantidad de precipitación para determinar las variaciones durante los fenómenos de El Niño y La Niña con relación a los años normales (sin evento). Para la CRY se encontró una tendencia hacia el aumento de la precipitación durante El Niño, con un promedio general de 3,10 %, y hacia la disminución para La Niña (-11,24 %). Para la DQ se observó una tendencia a la disminución de la precipitación en presencia de El Niño (-7,68 %), mientras que para La Niña la tendencia fue al aumento sólo en la estación Quíbor. En la estación Guadalupe, por el contrario, se observó una tendencia a disminuir, lo cual se atribuyó a la diferencia en el tiempo de registro entre ambas estaciones. En la CRY se detectaron diferencias significativas ($P \leq 0,05$) para el mes de abril (estación Miracuy) entre los años El Niño y sin evento, y para mayo (estación Caspito) entre los años La Niña y sin evento. En la DQ se reportaron diferencias ($P \leq 0,05$) para septiembre (estación Quíbor) entre los años La Niña y sin evento. Los resultados parecen indicar que en la CRY El Niño tiene influencia positiva sobre la precipitación y La Niña una negativa, mientras que en la DQ El Niño tuvo un efecto negativo y La Niña no mostró una influencia bien definida.

Palabras clave adicionales: El Niño, La Niña, variabilidad climática, riego

ABSTRACT

Influence of ENSO on precipitation in the watershed of Yacambú River and Quíbor Depression, Lara State, Venezuela

The influence of El Niño/Southern Oscillation (ENSO) on the amount and distribution of rainfall was studied in the watershed of Yacambú River (WYR) and in the Quíbor depression (QD) (Lara State, Venezuela), one of the most important areas in vegetable production of the country. Annual and monthly rainfall data were analyzed to determine variations in the amount of rain occurred for El Niño and La Niña years in relation to the Normal years. For WYR, there was a tendency to increased rainfall during El Niño years (3.10 % overall mean), but a decrease was registered during La Niña years (11.24 %). For QD there was a tendency to decreased rainfall during El Niño (17.68 %); for La Niña, Quíbor station showed a tendency to increased rainfall, but Guadalupe station a tendency to decreased rainfall. These opposite responses were attributed to the different recording periods between both stations. For WYR differences ($P \leq 0.05$) were registered in May in Miracuy station between El Niño and Normal years, and in Caspito station between La Niña and Normal years. For QD differences ($P \leq 0.05$) were detected in September in Quíbor station between La Niña and Normal years. It seems that for WYR El Niño exerts a positive influence on the amount of rainfall, and La Niña a negative effect. For QD the influence is negative during El Niño. For La Niña years, the results did not show a clear trend.

Additional key words: El Niño, La Niña, climatic variability, irrigation

INTRODUCCIÓN

La variabilidad climática, así como el cambio climático constituyen dos factores a los que los sistemas ecológicos se muestran altamente sensibles, a pesar de constituir elementos

fundamentales para el logro del desarrollo sostenible (PICC, 1997). El elemento de variabilidad climática natural que mayores anomalías induce en la precipitación y la temperatura a escala global es El Niño/Oscilación del Sur (ENOS), que representa dos tipos de

Recibido: Octubre 4, 2006

Aceptado: Abril 13, 2007

¹ Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), CIAE Lara. Apdo. 592. Barquisimeto. Venezuela. e-mail: fpierre@inia.gob.ve

² Universidad Nacional Yacambú. Barquisimeto. Venezuela. e-mail: mafet10@yahoo.es

eventos: de calentamiento del agua superficial del mar conocido como El Niño (fase cálida), y de enfriamiento conocido como La Niña (fase fría) (MARNR, 2005). Diversos estudios han demostrado que muchos impactos que se producen a nivel local están relacionados a anomalías climáticas de gran escala temporal, tal como el fenómeno ENOS (Soley y Alfaro, 1999). El ENOS constituye un factor que genera diversos eventos extremos asociados; particularmente en Latinoamérica, ha ocasionado de manera directa o indirecta grandes pérdidas en diferentes agroecosistemas que dependen del clima, además de generar un elevado costo social (Magaña y Vázquez, 2001). Una de las principales razones que explica las notables pérdidas económicas generadas por el ENOS en Latinoamérica es la característica común de la región de poseer una agricultura que depende en gran medida de la precipitación, siendo por lo tanto altamente vulnerable a la variabilidad climática interanual (Soley y Alfaro, 1999).

En Venezuela, actualmente, se desarrolla un proyecto de riego que permitirá incrementar la superficie irrigada en la Depresión de Quíbor (DQ) de 4000 a 18.000 hectáreas a partir del agua que se capta en la Cuenca del Río Yacambú (CRY) (Ecology and Environment, 2004). Cambios en el régimen de precipitación debidos al fenómeno ENOS podrían tener efectos sobre la disponibilidad de agua y el manejo del riego en estas zonas de gran importancia en la producción nacional de hortalizas (MAT, 2005). En este sentido, el objetivo del trabajo fue determinar la influencia del fenómeno ENOS (fases cálida y fría) sobre la cantidad y distribución de la precipitación en la Cuenca del

Río Yacambú y la Depresión de Quíbor, en el estado Lara, Venezuela.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se obtuvieron los datos históricos de precipitación diaria del registro meteorológico de las siete estaciones con más de 35 años de registro, en la zona CRY y DQ (Cuadro 1).

Los datos diarios faltantes de las series de precipitación analizadas en las diferentes estaciones, se obtuvo promediando los valores de las tres decenas anteriores y las tres decenas siguientes pertenecientes a la serie del mismo escenario en el que se encuentra el dato. Para aquellos valores faltantes del año 2004 se tomaron las cinco decenas anteriores y la siguiente; y para el año 2005 se tomaron las seis anteriores (Pereyra et al., 2004). La información sobre los años en que ocurrieron los eventos ENOS (fase cálida y fría) durante el lapso estudiado, se obtuvo a partir de la base de datos del Golden Gate Weather Services (GGWS, 2006) de los Estados Unidos, la cual se fundamenta en una lista de consenso realizada a partir de cuatro listas originales de los siguientes organismos: Western Region Climate Center (WRCC), Climate Diagnostics Center (CDC), Climate Prediction Center (CPC) y Multivariate ENSO Index from Climate Diagnostics Center (MEICDC). La lista definitiva de los años El Niño, La Niña y sin evento se realizó mediante la comparación de la lista de consenso con cada una de las listas derivadas de los organismos, teniéndose como criterio que para que un año fuera considerado en algunos de los escenarios, tres o más listas debían coincidir en sus apreciaciones (Cuadro 2).

Cuadro 1. Estaciones meteorológicas ubicadas en la Cuenca del Río Yacambú y la Depresión de Quíbor, estado Lara (Ministerio del Ambiente - MARNR)

Estación	Ubicación	Latitud	Longitud	Altitud (msnm)	Período de registro	Extensión del registro (años)
Paso Angostura	Cuenca del Río Yacambú	9°41'23"	69°30'58"	977	1969-2005	37
Miracuy	Cuenca del Río Yacambú	9°37'44"	69°33'50"	1161	1970-2005	36
Yacambú	Cuenca del Río Yacambú	9°42'30"	69°34'36"	1484	1969-2005	37
Caspito	Cuenca del Río Yacambú	9°39'34"	69°39'43"	1300	1969-2005	37
La Cruz	Cuenca del Río Yacambú	9°45'00"	69°29'47"	1200	1970-2005	36
Quíbor	Depresión de Quíbor	9°55'11"	69°37'39"	682	1950-2005	56
Guadalupe	Depresión de Quíbor	10°02'29"	69°40'43"	582	1963-2005	43

Cuadro 2. Clasificación de los años El Niño, El Niña y sin evento (GGWS, 2006)

Años	Eventos	Años	Eventos	Años	Eventos	Años	Eventos
1950	Niña	1964	Niña	1978	Sin evento	1992	Niño
1951	Sin evento	1965	Niño	1979	Sin evento	1993	Niño
1952	Sin evento	1966	Sin evento	1980	Sin evento	1994	Niño
1953	Sin evento	1967	Sin evento	1981	Sin evento	1995	Sin evento
1954	Sin evento	1968	Sin evento	1982	Niño	1996	Sin evento
1955	Niña	1969	Sin evento	1983	Niño	1997	Niño
1956	Niña	1970	Niña	1984	Sin evento	1998	Niño
1957	Niño	1971	Niña	1985	Sin evento	1999	Niña
1958	Sin evento	1972	Niño	1986	Sin evento	2000	Niña
1959	Sin evento	1973	Niña	1987	Niño	2001	Niña
1960	Sin evento	1974	Niña	1988	Niña	2002	Niño
1961	Sin evento	1975	Niña	1989	Niña	2003	Niño
1962	Sin evento	1976	Niña	1990	Sin evento	2004	Niño
1963	Sin evento	1977	Sin evento	1991	Niño	2005	Sin evento

En cada estación meteorológica se calculó el promedio de precipitación mensual para cada serie de años. Para el análisis de la cantidad y distribución de la precipitación se graficaron los datos por estación, obteniéndose una curva de precipitación para el total de los años en estudio, así como para cada uno de los escenarios (El Niño, La Niña y sin evento) observándose el comportamiento de las mismas en cada caso. Se calculó la cantidad total anual de precipitación presentada para cada escenario, comparando las cifras obtenidas para los años El Niño y La Niña con las cantidades de los años sin evento, y se presentaron las variaciones en términos porcentuales.

En el análisis estadístico de los datos se verificó la normalidad en las series de precipitación con las pruebas de Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilks (Wiedenhofer y Benavides, 1976), y en las series de datos que no cumplieron con este supuesto se utilizó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis, comprobándose también la homogeneidad de las varianzas mediante el estadístico de Levene. Posteriormente se realizó análisis de varianza y comparación de medias según la prueba de Duncan.

Los análisis se aplicaron al valor promedio anual de precipitación en cada estación, y a cada uno de los promedios mensuales en los diferentes escenarios utilizando el programa estadístico SAS versión 8.0.

RESULTADOS

A. Estaciones meteorológicas ubicadas en la Cuenca del Río Yacambú (CRY)

Estación Paso de Angostura: Para el período de 1969 a 2005 el promedio anual de precipitación (PAP) fue de 1943,5 mm, distribuidos en forma bimodal, presentándose el primer pico en el mes de junio (297,9 mm) y el segundo pico en octubre (210,8 mm) (Figura 1). El análisis estadístico de los datos mes a mes de la estación indicó que en ninguno de los meses se detectaron diferencias significativas ($P > 0,05$).

En el Cuadro 3 se presentan las variaciones en la cantidad de precipitación para cada escenario y se detectó que para el nivel de probabilidad del 5 % las diferencias no alcanzaron significancia estadística ($P = 0,072$). Los promedios observados parecen indicar una tendencia al aumento de la precipitación en los años El Niño (+4,76 %) y descenso en los años La Niña (-9,47 %).

Estación Miracuy: Para el período de 1970 a 2005 el PAP fue de 2164,1 mm, distribuidos en forma bimodal, con el primer pico en junio (359,9 mm) y el segundo pico, menos elevado, en octubre (232,8 mm). Se observa que hubo diferencias significativas ($P \leq 0,05$) para los meses de abril y mayo. En abril, durante El Niño, la precipitación fue mayor que en los años La Niña y sin evento. En el mes de mayo, durante El Niño la precipitación fue mayor que en La Niña

pero igual a los años sin evento (Figura 2).

Por otra parte, no se detectó diferencia alguna

en cuanto a la cantidad de precipitación para cada escenario ($P=0,308$) (Cuadro 4).

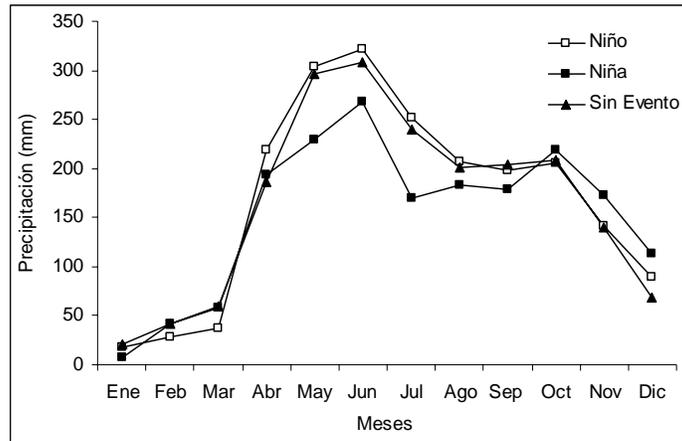


Figura 1. Precipitación mensual con relación al fenómeno ENOS en la Estación Paso de Angostura de la Cuenca del Río Yacambú, estado Lara. Sin diferencias estadísticas entre los eventos según la prueba de Duncan ($P>0,05$)

Cuadro 3. Precipitación anual (promedio de 37 años) y porcentaje de variación con relación al fenómeno ENOS en la Estación Paso de Angostura de la Cuenca del Río Yacambú, estado Lara

Evento	Período (años)	Precipitación (mm)	Variación (%)
El Niño	13	2068,40 a	+ 4,76
La Niña	11	1787,60 a	- 9,47
Sin evento	13	1974,50 a	-
$P = 0,072$			

Letras distintas indican diferencias significativas ($P\leq 0,05$) según prueba de Duncan

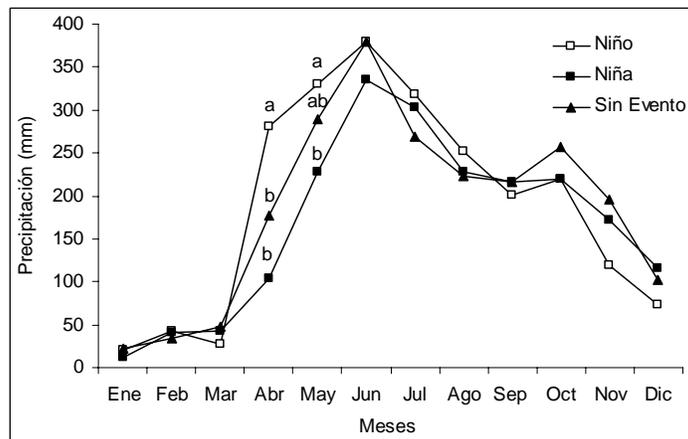


Figura 2. Precipitación mensual con relación al fenómeno ENOS en la Estación Miracuy de la Cuenca del Río Yacambú, estado Lara. Letras distintas indican diferencias significativas según la prueba de Duncan ($P\leq 0,05$)

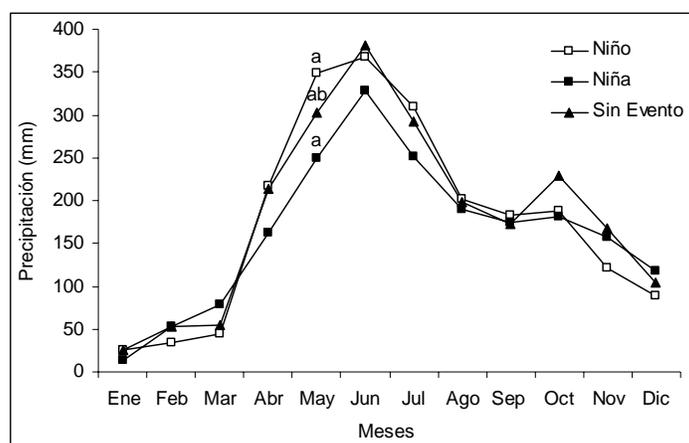
Cuadro 4. Precipitación anual (promedio de 36 años) y porcentaje de variación con relación al fenómeno ENOS en la Estación Miracuy de la Cuenca del Río Yacambú, estado Lara

Evento	Período (años)	Precipitación (mm)	Variación (%)
El Niño	13	2331,50 a	+ 5,40
La Niña	11	1948,60 a	- 11,91
Sin evento	12	2212,10 a	-
		P = 0,308	

Letras distintas indican diferencias significativas ($P \leq 0,05$) según prueba de Duncan

Estación Yacambú: Para el período de 1969 a 2005 el PAP fue de 2086,8 mm, distribuidos en forma bimodal, con el primer pico en junio (353,6 mm) y el segundo, menos acentuado, en octubre (198,6 mm). Hubo diferencias

significativas ($P \leq 0,05$) sólo para el mes de mayo cuando el año El Niño tuvo mayor precipitación que La Niña, aunque ambos fueron iguales con relación a los años sin evento (Figura 3).

**Figura 3.** Precipitación mensual con relación al fenómeno ENOS en la Estación Yacambú de la Cuenca del Río Yacambú, estado Lara. Letras distintas indican diferencias significativas según la prueba de Duncan ($P \leq 0,05$)

En el Cuadro 5 se presentan las variaciones en la cantidad de precipitación para cada escenario y se detectó que para el nivel de probabilidad del 5 % las diferencias no alcanzaron significancia

estadística ($P = 0,105$). Las promedios observados parecen indicar una tendencia al aumento de la precipitación en los años El Niño (+ 0,90 %) y descenso en los años La Niña (-13,85 %).

Cuadro 5. Precipitación anual (promedio de 37 años) y porcentaje de variación con relación al fenómeno ENOS en la Estación Yacambú de la Cuenca del Río Yacambú, estado Lara

Evento	Período (años)	Precipitación (mm)	Variación (%)
El Niño	13	2200,30 a	+ 0,90
La Niña	11	1879,40 a	- 13,85
Sin evento	13	2180,70 a	-
		P = 0,105	

Letras distintas indican diferencias significativas ($P \leq 0,05$) según prueba de Duncan

Estación Caspito: Para el período de 1969 a 2005 el PAP fue de 1632,7 mm, distribuidos en forma bimodal, con el primer pico en junio

(257,5 mm) y el segundo en octubre (163,5 mm), aunque menos acentuado y apenas ligeramente superior al valor de septiembre. Se detectaron

diferencias significativas ($P \leq 0,05$) sólo para el mes de mayo cuando la precipitación en los años

La Niña fue menor con relación a El Niño y los años sin evento (Figura 4).

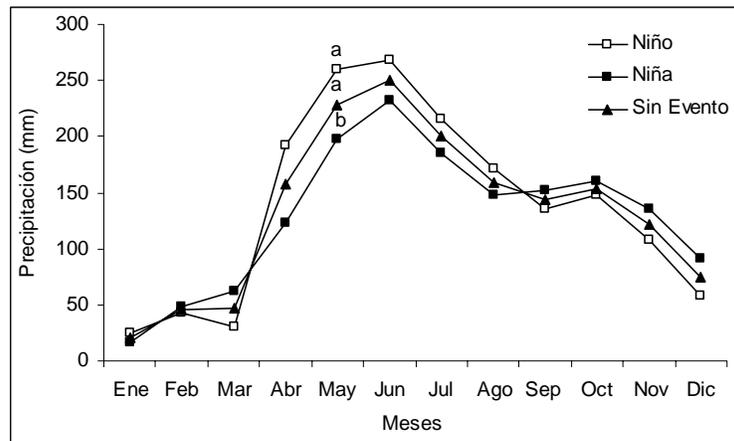


Figura 4. Precipitación mensual con relación al fenómeno ENOS en la Estación Caspito de la Cuenca del Río Yacambú, estado Lara. Letras distintas indican diferencias significativas según la prueba de Duncan ($P \leq 0,05$)

En el Cuadro 6 se presentan las variaciones en la cantidad de precipitación para cada escenario y se detectó que para el nivel de probabilidad del 5 % las diferencias no alcanzaron significancia

estadística ($P = 0,085$). Los promedios observados parecen indicar una tendencia al aumento de la precipitación en los años El Niño (+ 0,39 %) y descenso en los años La Niña (-11,81 %).

Cuadro 6. Precipitación anual (promedio de 37 años) y porcentaje de variación con relación al fenómeno ENOS en la Estación Caspito de la Cuenca del Río Yacambú, estado Lara

Evento	Período (años)	Precipitación (mm)	Variación (%)
El Niño	13	1695,20 a	+ 0,39
La Niña	11	1500,90 a	- 11,81
Sin evento	13	1701,90 a	-
		P = 0,085	

Letras distintas indican diferencias significativas ($P \leq 0,05$) según prueba de Duncan

Estación La Cruz: Para el período de 1970 a 2005 el PAP fue de 2407,3 mm, distribuidos en forma unimodal, con el pico de precipitación en junio (424,2 mm). Se detectaron diferencias significativas ($P \leq 0,05$) sólo para el mes de agosto cuando la precipitación es menor durante los años La Niña con relación a El Niño, pero similar a los años sin evento (Figura 5).

En el Cuadro 7 se presentan las variaciones en la cantidad de precipitación para cada escenario y se detectó que para el nivel de probabilidad del 5 % las diferencias no alcanzaron significancia estadística ($P = 0,089$). Los promedios observados parecen indicar una tendencia al aumento de la

precipitación en los años El Niño (+ 4,85 %) y descenso en los años La Niña (-9,11 %).

B. Estaciones meteorológicas ubicadas en la Depresión de Quíbor (DQ)

Estación Quíbor: Para el período de 1950 a 2005 el PAP fue de 496,9 mm, distribuidos en forma bimodal, con el primer pico en mayo (69,9 mm) y el segundo, más acentuado, en octubre (78,9 mm). Hubo diferencias significativas ($P \leq 0,05$) para el mes de septiembre cuando la precipitación en los años La Niña superó a la de los años sin evento (Figura 6).

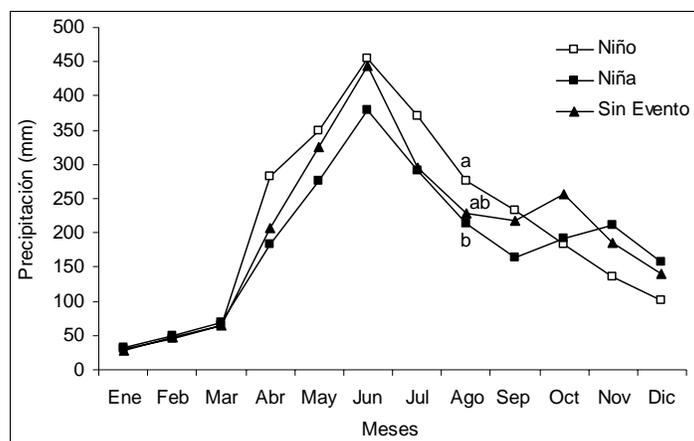


Figura 5. Precipitación mensual con relación al fenómeno ENOS en la Estación La Cruz de la Cuenca del Río Yacambú, estado Lara. Letras distintas indican diferencias significativas según la prueba de Duncan ($P \leq 0,05$)

Cuadro 7. Precipitación anual (promedio de 36 años) y porcentaje de variación con relación al fenómeno ENOS en la Estación La Cruz de la Cuenca del Río Yacambú, estado Lara

Evento	Período (años)	Precipitación (mm)	Variación (%)
El Niño	13	2560,40 a	+ 4,85
La Niña	11	2219,50 a	- 9,11
Sin evento	12	2442,00 a	—
		$P = 0,089$	

Letras distintas indican diferencias significativas ($P \leq 0,05$) según prueba de Duncan

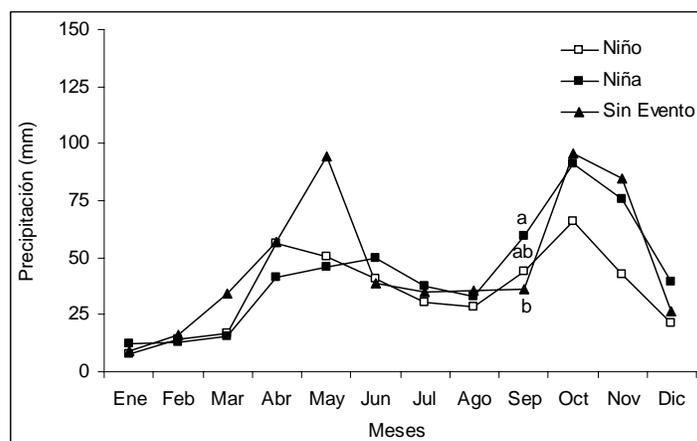


Figura 6. Precipitación mensual con relación al fenómeno ENOS en la Estación Quíbor de la Depresión de Quíbor, estado Lara. Letras distintas indican diferencias significativas según la prueba de Duncan ($P \leq 0,05$)

Por otra parte, no se detectó diferencia alguna en cuanto a la cantidad de precipitación para cada escenario ($P=0,221$) (Cuadro 8).

Estación Guadalupe: Para el período de 1963 a 2005 el PAP fue de 488,1 mm, distribuidos en forma bimodal, mostrando el

primer pico en el mes de mayo (53,8 mm), y el segundo, más acentuado, en octubre (94,4 mm) (Figura 7). El análisis estadístico de los datos

mes a mes indicó que en ninguno de los meses se detectaron diferencias significativas ($P > 0,05$).

Cuadro 8. Precipitación anual (promedio de 56 años) y porcentaje de variación con relación al fenómeno ENOS en la Estación Quíbor de la Depresión de Quíbor, estado Lara

Evento	Periodo (años)	Precipitación (mm)	Variación (%)
El Niño	15	428,00 a	- 14,88
La Niña	15	559,80 a	+ 11,34
Sin evento	26	502,80 a	-
$P = 0,221$			

Letras distintas indican diferencias significativas ($P \leq 0,05$) según prueba de Duncan

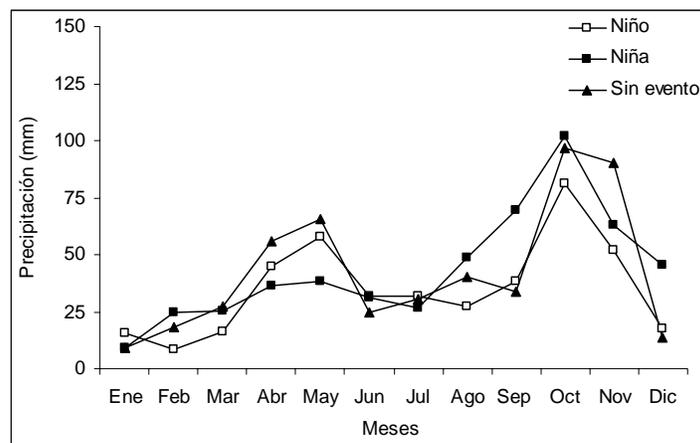


Figura 7. Precipitación mensual con relación al fenómeno ENOS en la Estación Guadalupe de la Depresión de Quíbor, estado Lara. Sin diferencias estadísticas entre los eventos según la prueba de Duncan ($P > 0,05$)

En el Cuadro 9 se presentan las variaciones en la cantidad de precipitación para cada escenario y se detectó que para el nivel de probabilidad del 5 % las diferencias no alcanzaron significancia

estadística ($P = 0,083$). Los promedios observados parecen indicar una tendencia a una menor precipitación tanto en los años El Niño (-20,48 %) como La Niña (-2,61 %).

Cuadro 9. Precipitación anual (promedio de 43 años) y porcentaje de variación con relación al fenómeno ENOS en la Estación Guadalupe de la Depresión de Quíbor, estado Lara

Evento	Periodo (años)	Precipitación (mm)	Variación (%)
El Niño	14	420,50 a	- 20,48
La Niña	12	515,00 a	- 2,61
Sin evento	17	528,80 a	-
$P = 0,083$			

Letras distintas indican diferencias significativas ($P \leq 0,05$) según prueba de Duncan

DISCUSIÓN

Al calcular el promedio general de la variación de las precipitaciones en las cinco estaciones correspondientes a la Cuenca del Río Yacambú se

observa que en los años El Niño hubo una tendencia hacia el aumento mostrando un promedio mayor con relación a los años sin evento (3,10 %), aunque en la estación de Caspito el aumento promedio fue de sólo 0,39 %. Para los

años La Niña la tendencia en las cinco estaciones fue hacia la disminución de la precipitación, con un promedio general de 11,24 % respecto a los años en que no se presentaron eventos.

El análisis estadístico de los datos mensuales indicó diferencias significativas ($P \leq 0,05$) en la cantidad de precipitación en el mes de mayo para tres de las cinco estaciones (Miracuy, Yacambú y Caspito). Asimismo, se detectaron diferencias significativas en los meses de Abril y Agosto para las estaciones Miracuy y La Cruz, respectivamente. Las variaciones muestran que para la estación Miracuy en el mes de Abril, la diferencia se presenta en los años El Niño con respecto a los años sin evento y La Niña. Para el mes de Mayo en la estación Caspito, se presenta una diferencia entre la cantidad de precipitación de los años La Niña con relación a los años sin evento y El Niño. Para el resto de las estaciones, los meses que resultaron significativos muestran diferencias entre la cantidad de precipitación únicamente de los años El Niño respecto a La Niña.

En cuanto a la distribución de la precipitación en el área (CRY), se observa para todas las estaciones un régimen bimodal durante los años sin evento y La Niña, exceptuándose la estación Paso de Angostura que durante los años La Niña tiende a presentar un régimen unimodal. Durante la Niña, el primer pico de precipitación tiende a disminuir en todas las estaciones respecto a los años sin evento lo que evidencia que durante el mes de junio y con la presencia de este evento las precipitaciones en la CRY son menores. Por otro lado, el segundo pico no muestra variaciones importantes, ya que su comportamiento es similar al de los años sin evento.

En los años en que ocurren eventos El Niño se observa para la totalidad de las estaciones que el primer pico alcanza o se eleva sobre el primer pico de los años sin evento, lo que supone un aumento de las precipitaciones durante este período. El segundo pico presenta igualmente diferencias respecto a los años sin evento, mostrando en este caso para todas las estaciones una disminución de la precipitación durante el mes de octubre, lo que atenúa el pico de precipitación y llegando en algunos casos a suprimirlo. En general durante los años El Niño las precipitaciones en la CRY muestran una tendencia a la unimodalidad, evidenciándose ésta

en tres de las cinco estaciones; el segundo pico de precipitación tiende a desaparecer, ya que el mes de octubre se comporta similar a los meses de agosto y septiembre.

Resultados similares a los obtenidos para la CRY han sido reportados en la literatura. Norte et. al. (1997) señalan un incremento significativo de los caudales de los ríos de Mendoza, Argentina ante la presencia de la fase cálida del ENOS, lo que constituye un indicador del incremento en la cantidad de las precipitaciones en la zona. Rome-Gaspaldy y Ronchail (1999) indican que durante los años El Niño en el norte de la costa del Perú se registran incrementos estadísticamente significativos de la precipitación. Igualmente Fontana y Berlato (1997) reportaron un aumento en la precipitación durante la fase cálida de ENOS en el estado de Río Grande del Sur en Brasil.

Para el evento La Niña, Reynolds (1998) determinó una disminución de las precipitaciones estacionales en El Paso, Texas, mostrando un comportamiento análogo al de la CRY. En Venezuela, el comportamiento de las precipitaciones ante la presencia de las diferentes fases del ENOS tiende a ser para los eventos El Niño precipitaciones inferiores al promedio, mientras que para La Niña se genera un incremento respecto a la media (Ropelewsky y Halpert, 1987). En este sentido, el comportamiento de las precipitaciones en la CRY muestra un patrón contrario al que se encuentra reportado para el territorio venezolano.

En la Depresión de Quíbor se observa que existe una tendencia en el comportamiento de la cantidad de la precipitación similar al resto del país, registrándose para los años El Niño una disminución promedio de 17,68 % con relación a los años sin evento. Sin embargo, para los años La Niña la estación Quíbor se observa una tendencia al aumento con respecto a los años sin evento, pero la estación Guadalupe muestra una disminución. Esta tendencia opuesta entre ambas estaciones se atribuye a la diferencia en sus períodos de registro. En efecto, la estación Quíbor registra datos climáticos desde el año 1950 y la estación Guadalupe desde 1963 (Cuadro 1), pero dado que la intensificación del fenómeno ENOS ocurrió a partir del año 1970 (Cuadro 2), en términos relativos, el análisis incluyó menor número de eventos El Niño o La Niña en la Estación Quíbor. Este inconveniente no se

presentó en el análisis de las estaciones de la CRY ya que en todas ellas los registros comienzan en la misma época (años 1969-1970).

El análisis estadístico de los datos mensuales permitió determinar diferencias significativas ($P \leq 0,05$) en términos de la cantidad de precipitación en el mes de septiembre para la estación Quíbor entre los años La Niña y los años sin evento. La distribución de la precipitación en el área presenta un comportamiento bimodal para todas las estaciones durante los años El Niño, manteniéndose el régimen característico de los años sin evento. Para los años La Niña se observa una variación en el tipo de régimen en la estación Guadalupe, convirtiéndose en unimodal. La estación Quíbor no presentó esta variación, pues exhibe un comportamiento claramente bimodal. Durante los años El Niño se aprecia el primer pico de precipitación en el mes de mayo y del segundo pico en el mes de octubre para todos los casos. No obstante, todas las estaciones muestran en el segundo pico una disminución de la precipitación con respecto a los años sin evento. Para los años La Niña el comportamiento de la precipitación muestra en la estación Guadalupe una tendencia a la supresión del primer pico de precipitación, transformando el régimen bimodal típico de los años sin evento en unimodal. Sin embargo, para la estación de Quíbor el comportamiento fue contrario, pues mantuvo un régimen bimodal con ambos picos bien marcados. Por su parte, el segundo pico de precipitación ubicado en el mes de octubre presenta en todas las estaciones un aumento notable respecto a los años sin evento, lo que sugiere que durante los años La Niña en este período se produce un incremento de la precipitación en la Depresión de Quíbor.

Resultados similares a los obtenidos en la Depresión de Quíbor han sido reportados por algunos autores. Maldonado y Calle (1998) registraron un déficit de precipitación durante El Niño de los años 1982-83 en el sector del lago Titicaca, Bolivia. Similarmente, Ronchail (1998) observó un déficit promedio de 30% en las precipitaciones en los Andes Bolivianos durante los eventos El Niño. Carvajal et al. (1998) señalaron una tendencia a la disminución de las precipitaciones ante la presencia del evento El Niño en el Valle del Cauca, en Colombia. Caviedes y Waylen (1998) indican que para la Cuenca Amazónica, Colombia y Venezuela se

reportan precipitaciones más bajas que el promedio durante la ocurrencia de una fase cálida del ENOS (El Niño). Delgado (2005) señala que la presencia del fenómeno El Niño en la Cuenca del Río Caroní, en Venezuela, está relacionada con una disminución de las precipitaciones en la zona. Lozada (2002) reporta una influencia negativa de El Niño sobre las precipitaciones en la región centroccidental de Venezuela que pudiera estar asociada a cambios en los vientos en la superficie del Pacífico Ecuatorial. Existen referencias de valores de precipitación muy por debajo del promedio, registrados durante El Niño 1997-98 para la región occidental de Venezuela, tal como ocurre para la Depresión de Quíbor. En Ecuador, Perú y Colombia se han determinado correlaciones entre la evolución de las anomalías oceánicas de la temperatura de la superficie del mar en el Pacífico Ecuatorial (El Niño), las anomalías en la presión en el mismo Pacífico (Índice de Oscilación del Sur) y las anomalías en el régimen de precipitaciones, pero los efectos en el ámbito regional dependen entre otros de factores orográficos, y distribución de mares y continentes. En Venezuela, donde estas señales no son tan claras o no se conocen con precisión por su complejidad, se observan diferentes respuestas frente a las mismas (CAF, 2000). Rojas (2000) señala la existencia de una posible influencia de las anomalías de la temperatura superficial del océano Pacífico sobre la precipitación del occidente de Venezuela, mientras que para la región centro-norte y oriental existiría una influencia más pronunciada de las anomalías de la temperatura superficial del Atlántico Norte tropical.

Las precipitaciones en la CRY y en la DQ se mostraron afectadas de manera opuesta por el fenómeno ENOS, lo que hace suponer que otros factores de tipos orográficos y/o ambientales podrían estar asociados a este comportamiento. Por ejemplo, las diferencias podrían atribuirse a que en la DQ el relieve es plano con una altitud inferior a 700 m, mientras que en la CRY el relieve es irregular con altitudes cercanas o superiores a 1000 m.

CONCLUSIONES

Durante los años en que se presenta el fenómeno ENOS-fase cálida (El Niño), las

precipitaciones de la CRY muestran en promedio una tendencia al aumento respecto a los años sin evento (3,10%). Para el ENOS-fase fría (La Niña), la tendencia es a la disminución de las precipitaciones (11,24%).

En términos de la distribución, la CRY presenta una tendencia a la unimodalidad del régimen de precipitaciones durante los años El Niño, mostrando una elevación de la cantidad de precipitación durante el primer pico y una disminución importante durante el segundo, respecto a los años sin evento, lo que representa una variación de las condiciones normales de la zona. Durante los años La Niña, el régimen tiende a ser bimodal con una reducción de la cantidad de precipitación para el primer pico; el segundo pico mantuvo un comportamiento similar con relación a los años sin evento.

Las precipitaciones en la DQ durante los años El Niño tienden a disminuir con respecto a la cantidad de precipitación de los años sin evento. El régimen que se observa durante los años El Niño es bimodal, similar al de los años sin evento, pero con una disminución del segundo pico de precipitación. Durante los años La Niña no se observó en la precipitación una tendencia clara. Asimismo, durante esta fase existe una tendencia a la unimodalidad del régimen debido a la disminución de las precipitaciones en el primer pico de lluvias; el segundo pico se observó un aumento de las precipitaciones con relación a los años sin evento.

LITERATURA CITADA

1. Carvajal, Y., H. Jiménez y H. Materón. 1998. Incidencia del fenómeno ENSO en la hidroclimatología del valle del Río Cauca-Colombia. *Bulletin de l'Institut francais d'études Andins* 27 (3): 743-751.
2. Caviedes, C. y P. Waylen. 1998. Respuestas del clima de América del Sur a las fases de ENSO. *Bulletin de l'Institut francais d'études Andins* 27 (3): 613-626.
3. Corporación Andina de Fomento. 2000. Las lecciones de El Niño. Memorias del Fenómeno El Niño 1997-1998. Retos y Propuestas para la Región Andina. Volumen IV. Venezuela.
4. Delgado, M. 2005. Estimación del balance hídrico de la Cuenca del Río Caroní mediante un modelo conceptual. Tesis. Universidad Simón Bolívar. Venezuela.
5. Ecology and Environment. 2004. Estudio de impacto ambiental del proyecto del Sistema de Riego del Valle de Quíbor. Sistema Hidráulico Yacambú-Quíbor. Quíbor, estado Lara. Venezuela.
6. Fontana, D. y M. Berlatto. 1997. Influencia do El Niño/Oscilacao Sul sobre a precipitacao pluvial no estado do Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Agrometeorologia* 5(1): 127-132.
7. GGWS (Golden Gate Weather Services). 2006. El Niño and La Niña Years: A Consensus List. <http://ggweather.com/enso/years.htm>.
8. Lozada, B. 2002. Estudio de la influencia de los fenómenos El Niño y La Niña en la precipitación de la Región Centro-Occidental de Venezuela. *Revista Brasileira de Agrometeorologia* 10(2): 317-322.
9. Magaña, V. y J. Vázquez. 2001 Sobre los usos del pronóstico de El Niño en América Latina y el Caribe. *EIRD Informa-América Latina y El Caribe* 2: 8.
10. Maldonado, R. y S. Calle. 1998. Comportamiento de las precipitaciones en el Sctor del Lago Titicaca (Bolivia) durante "El fenómeno El Niño". *Bulletin de l'Institut francais d'études Andins*. 27(3): 699-707.
11. MARNR (Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales). 2005. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo y Fondo Mundial para el Medio Ambiente. Primera Comunicación Nacional en Cambio Climático de Venezuela. Caracas. Venezuela.
12. MAT (Ministerio de Agricultura y Tierras). 2005. Anuario Estadístico Agropecuario. Rubro Cebolla. UEMAT-Lara. Circuitos Agroalimentarios. Barquisimeto. Venezuela.

13. Norte, F., S. Simonelli y N. Heredia. 1997. Impacto del fenómeno ENOS en el régimen hidrometeorológico de Mendoza, Argentina. *Bulletin de l'Institut francais d'études Andins* 27(3): 761-770.
14. Panel Intergubernamental en Cambio Climático. 1997. Impactos regionales del cambio climático: Evaluación de la vulnerabilidad. <http://www.grida.no/climate/ipcc/spmpdf/region-s.pdf>
15. Pereyra, D., U. Bando y M. Natividad. 2004. Influencia de La Niña y El Niño sobre la precipitación de la ciudad de Villahermosa, Tabasco, México. *Universidad y Ciencia* 20 (39): 33-38.
16. Reynolds, J. 1998. The Influence of La Niña on El Paso, TX precipitation. <http://www.srh.noaa.gov/elp/papers/elp98-1.html>.
17. Rojas, M. 2000. Influence of the Pacific and Atlantic Oceans on the behavior of the rainfall in Venezuela. <http://iies.faces.ula.ve/Amse2000/papers/data/MSNN2000RojasPolanco.pdf>
18. Rome-Gaspaldy, S. y J. Ronchail. 1999. La pluviometría en el Perú durante las fases ENSO y LNSO. *Bulletin de l'Institut francais d'études Andins* 27(3): 675-685.
19. Ronchail, J. 1998. Variabilidad pluviométrica durante las fases extremas de la Oscilación del Sur en Bolivia (1950-1993). Consecuencias climáticas e hidrológicas del evento El Niño a escala regional y local. *Incidencia en América del Sur*. UNESCO.
20. Ropelewsky, C. y M. Halpert. 1987. Global and regional scale precipitation patterns associated with the El Niño/Southern Oscillation. *Monthly Weather Review* 115: 1606-1626.
21. Soley, J. y E. Alfaro. 1999. Aplicación de análisis multivariado al campo de anomalías de precipitación en Centroamérica. *Tópicos Meteorológicos y Oceanográficos* 6(2): 71-93.
22. Wiedenhofer, H. y J. Benavides. 1976. Determinación de normalidad en series de precipitación pluvial. *Agronomía Tropical* 26(1): 9-13.