

CARACTERIZACION PLUVIOMETRICA DE LA FASE CALIDA DE ENOS EN COSTA RICA CON BASE EN PROBABILIDADES DE OCURRENCIA DE EVENTOS EN TRES ESCENARIOS: SECO, NORMAL Y LLUVIOSO

Roberto Villalobos Flores
José Alberto Retana

1. Introducción

El fenómeno oceánico-atmosférico ENOS es la principal fuerza de variabilidad climática conocida (Wyrki, 1986). Su influencia en algunas zonas del planeta provoca cambios importantes en los patrones normales de algunos elementos meteorológicos, principalmente la temperatura y la precipitación. En Costa Rica, varios autores han descrito en forma general, el comportamiento climático durante la fase cálida de ENOS, conocida popularmente como El Niño (Ramírez, 1990; Fernández y Ramírez, 1991; Vega y Stolz, 1997). Sin embargo, los efectos causados por estos eventos han sido diferenciales en el tiempo y el espacio, por lo que la generalización de un comportamiento puede ser arriesgada si no se sustenta en términos probabilísticos.

Este riesgo es aún mayor cuando los pronósticos meteorológicos tempranos son utilizados para la planificación de actividades sensibles a la variabilidad climática, como lo es la agricultura por ejemplo.

El objetivo de este estudio es caracterizar el comportamiento pluviométrico anual de algunas estaciones meteorológicas representativas de zonas importantes de Costa Rica, según la probabilidad de que la fase cálida de ENOS sea seca, normal o lluviosa. De esta forma se tendrán tres escenarios probables de ocurrencia y no solo uno como hasta el momento se ha manejado.

2. Metodología

Siguiendo la metodología propuesta por Villalobos *et al.* (1997), se crearon cinco escenarios para caracterizar los registros de precipitación anual de cada una de las 37 estaciones meteorológicas que se presentan en el cuadro 1. Estas estaciones se seleccionaron del banco de datos del Instituto Meteorológico Nacional, según tres criterios: representatividad de una zona de acuerdo a la ubicación geográfica de la estación, extensión del registro de precipitación diaria y calidad del dato. La información diaria fue analizada por medio de un administrador de datos climáticos contenido en el sistema DSSAT (Sistema de Soporte de Decisiones para la Transferencia de Agrotecnología, en sus siglas en inglés). Con esta herramienta se rellenaron datos faltantes a nivel diario, aparte de que se filtró la información con algunos controles de calidad tales como eliminación de datos fuera de rangos preestablecidos y rangos absolutos (máximos y mínimos). Para cada estación y cada escenario, se calculó la frecuencia porcentual de fases cálidas de ENOS, y se expresaron en términos de la probabilidad de que una fase cálida sea seca, normal o lluviosa. La probabilidad según Gilbert (1981), está dada por la expresión:

$$P_a = n_a/n$$

donde: P_a = probabilidad del evento "a"
 n_a = número de casos del evento "a"
 n = número de casos totales

De esta forma se puede explicar el efecto de ENOS sobre el total de precipitación anual de acuerdo al efecto más probable en una región dada (seco, normal o lluvioso).

Se consideró como fase cálida de ENOS, aquella que corresponde a la definición utilizada por La Agencia Meteorológica Japonesa (JMA) y que es la definición clásica para trabajar en la Región Niño 3 (Trenberth, 1997).

Para expresar la probabilidad de ocurrencia de la fase cálida de ENOS en cada estación meteorológica, se usaron solo tres escenarios: lluvioso, normal y seco, dividiendo el escenario normal en dos: normal sobre el promedio y normal bajo el promedio. La mayor limitante de este estudio es que se basa en registros de precipitación anual, sin detallar la contribución mensual a este acumulado.

3. Resultados y discusión

En el cuadro 1, se presentan las estaciones meteorológicas analizadas y su ubicación regional. Para cada estación se anotan los rangos en milímetros de precipitación, correspondientes a los diferentes escenarios establecidos

Cuadro 1. Rangos de precipitación total anual (mm) para cinco escenarios pluviométricos

	ESTACION	REGION	ESCENARIOS				
			SECO	TRANSICION	NORMAL	TRANSICION	LLUVIOSO
1	Peñas Blancas	Pacífico Norte	<1300	1300-1400	1400-1800	1800-1900	>1900
2	Sta. Rosa	Pacífico Norte	<1000	1000-1200	1200-1700	1700-2000	>2000
3	Liberia	Pacífico Norte	<1200	1200-1300	1300-1700	1700-1900	>1900
4	La Guinea	Pacífico Norte	<1300	1300-1500	1500-2000	2000-2300	>2300
5	Sta. Cruz	Pacífico Norte	<1300	1300-1500	1500-1900	1900-2100	>2100
6	Nicoya	Pacífico Norte	<1600	1600-1900	1900-2400	2400-2700	>2700
7	Cócano	Pacífico Norte	<2200	2200-2300	2300-3000	3000-3300	>3300
8	Cañas	Pacífico Norte	<900	900-1000	1000-1400	1400-1500	>1500
9	Taboga	Pacífico Norte	<1300	1300-1400	1400-1900	1900-2000	>2000
10	Tilarán	Pacífico Norte	<1600	1600-1800	1800-2400	2400-2600	>2600
11	Puntarenas	Pacífico Central	<1200	1200-1400	1400-1700	1700-2000	>2000
12	Barranca	Pacífico Central	<1600	1600-1800	1800-2200	2200-2400	>2400
13	Damas	Pacífico Central	<2500	2500-2900	2900-3700	3700-4000	>4000
14	Pto. Quepos	Pacífico Central	<3100	3100-3500	3500-4300	4300-4600	>4600
15	Sn. Isidro Gral.	Pacífico Sur	<2400	2400-2700	2700-3100	3100-3300	>3300
16	Palmar Sur	Pacífico Sur	<3200	3200-3400	3400-4000	4000-4200	>4200
17	Golfito	Pacífico Sur	<4000	4000-4400	4400-5100	5100-5400	>5400
18	Coto 47	Pacífico Sur	<3500	3500-3700	3700-4300	4300-4500	>4500
19	Fabio Baudrit	Central	<1600	1600-1800	1800-2100	2100-2200	>2200
20	Aeropuerto	Central	<1300	1300-1700	1700-2100	2100-2300	>2300
21	Naranjo	Central	<1900	1900-2100	2100-2500	2500-2800	>2800
22	Sta. Lucía	Central	<1800	1800-2000	2000-2400	2400-2700	>2700
23	Puriscal	Central	<2100	2100-2300	2300-2800	2800-3000	>3000
24	Pacayas	Central Oriental	<1800	1800-2000	2000-2400	2400-2600	>2600
25	CATIE	Central Oriental	<2000	2000-2300	2300-2900	2900-3100	>3100
26	La Fortuna	Zona Norte	<2800	2800-3000	3000-3600	3600-4000	>4000
27	Queb. Azul	Zona Norte	<2700	2700-2900	2900-3400	3400-3700	>3700
28	Los Ensayos	Zona Norte	<2400	2400-2700	2700-3400	3400-3700	>3700
29	Guatuso	Zona Norte	<2400	2400-2700	2700-3000	3000-3200	>3200
30	Los Chiles	Zona Norte	<1700	1700-2000	2000-2500	2500-2700	>2700
31	Upala	Zona Norte	<1900	1900-2100	2100-2500	2500-2700	>2700
32	Sixaola	Caribe	<2100	2100-2200	2200-2800	2800-3000	>3000
33	Limón	Caribe	<2700	2700-3000	3000-3400	3400-3800	>3800
34	El Carmen	Caribe	<3300	3300-3400	3400-3800	3800-4000	>4000
35	Guápiles	Caribe	<3900	3900-4200	4200-4800	4800-5200	>5200
36	Tortuguero	Caribe	<3700	3700-4000	4000-5500	5500-5700	>5700
37	Sarapiquí	Caribe	<2700	2700-3100	3100-4000	4000-4300	>4300

En el cuadro 2 se presentan los rangos promedios regionales de precipitación anual para tres escenarios, según las estaciones analizadas en este estudio

Cuadro 2. Rangos regionales de precipitación total anual (mm) para tres escenarios pluviométricos

REGION	SECO	NORMAL	LLUVIOSO
Pacífico Norte	<1300	1500-2000	>2200
Región Central	<1700	2000-2400	>2600
Región Central Oriental	<2000	2200-2650	>2900
Pacífico Central	<2100	2400-3000	>3200
Zona Norte	<2300	2600-3100	>3300
Región Caribe	<3000	3300-4000	>4300
Pacífico Sur	<3300	3500-4100	>4300

Los escenarios dan muestra cuantitativa de la variabilidad climática (en precipitación anual) a la que están sometidas las diferentes regiones del país. En otras palabras, la precipitación anual de una zona dada puede moverse variablemente, dentro de un rango claramente definido por el registro histórico de los datos de lluvia. Por lo general, los escenarios secos de estos rangos, se han asociado a condiciones típicas de la fase cálida de ENOS, principalmente para la vertiente Pacífica y Región Central del país, sin embargo, estas condiciones pueden variar. Un ejemplo de ello fue lo que sucedió en la Zona Norte durante el evento ENOS de 1997. Durante El Niño de ese año, el Ministerio de Agricultura y Ganadería implementó medidas de mitigación por efecto de la sequía prevista principalmente para la zona de Guanacaste y Pacífico Central (Estrada, 1998; La República, 1997). Estos planes de acción y las medidas preventivas ayudaron a disminuir el impacto para la zona, sin embargo la agricultura de la Zona Norte, principalmente la actividad frijolera y ganadera, sufrieron las consecuencias de un período seco excepcionalmente largo y riguroso (Hernández, 1998). Según el registro histórico de precipitación de la zona de Los Chiles y Upala (principal área frijolera), las fases cálidas de ENOS han coincidido por lo general, con precipitaciones anuales normales o ligeramente lluviosas, sin embargo, han existido algunos eventos de características secas (1965 y 1982). Por lo tanto, aunque la mayor probabilidad de que una fase cálida de ENOS corresponda a un año normal en la Zona Norte, no puede dejarse de lado el hecho de que hay probabilidad (aunque menor) de que la situación pluviométrica sea distinta.

Observando la frecuencia de ENOS en cada uno de los escenarios propuestos para cada estación estudiada, se obtuvo probabilidades de ocurrencia para cuatro escenarios: seco (que comprende el grupo seco y el grupo de transición a lo seco), normal bajo el promedio, normal sobre el promedio y lluvioso (que comprende el grupo lluvioso y el grupo de transición a lo lluvioso). En los Gráficos 1, 2, 3 y 4 se presenta la frecuencia porcentual de casos ENOS de acuerdo a estos cuatro escenarios. En el eje X del gráfico se ordenaron las estaciones analizadas de acuerdo a la Región a la cual pertenecen. De esta forma se obtiene una línea de comportamiento a lo largo de un perfil nacional.

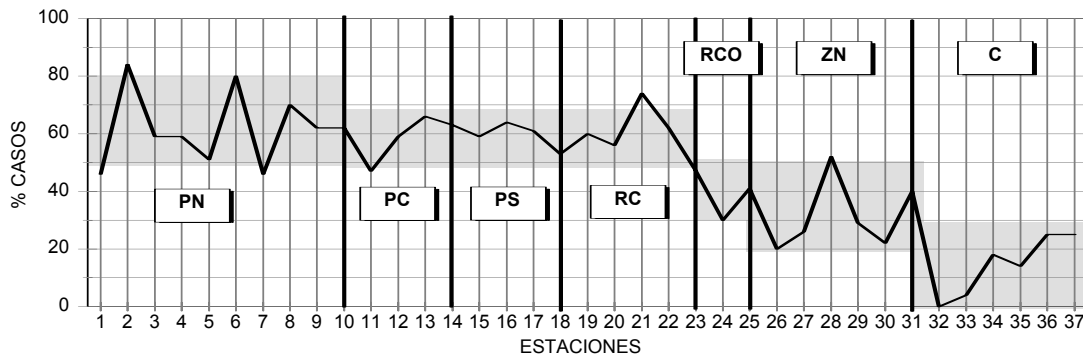


Gráfico 1. Frecuencia porcentual de fases cálidas de eventos ENOS pluviométricamente secos en Costa Rica (PN:Pacífico Norte,PC:Pacífico Central, PS:Pacífico Sur, RC:Región Central, RCO:Región Central Oriental, C: Caribe, ZN:Zona Norte)

Tal y como se desprende del Gráfico 1, se podrían definir tres grandes regiones. La primera (RI) comprende toda la vertiente Pacífica y Región Central (PN,PC,PS,RC). Esta gran región posee una alta probabilidad de que un año ENOS sea seco (entre 50 y 80%, según el área sombreada en el Gráfico 1). En esta gran región, la zona del Pacífico Norte (PN) presenta mayor probabilidad de años secos. De hecho, según la información analizada en este estudio, el 93% de los casos secos en las estaciones de Guanacaste, han correspondido a años ENOS. La disminución promedio del escenario normal al seco para la Región del Pacífico Norte, es de 26%, que corresponde aproximadamente a 450 mm (ver cuadro 3). La segunda gran región (RII), comprende la vertiente Caribe (C). La probabilidad de que un ENOS sea seco para esta región del país es entre un 0 y un 30% dependiendo de la ubicación. La última gran región (RIII), está definida por las estaciones pertenecientes a la Región Central Oriental y las pertenecientes a la Zona Norte. La probabilidad de un evento seco, es entre un 20 y un 50%. En el cuadro 3 se presenta el resumen de las características promedio para cada Región y zona, de acuerdo al escenario seco para la fase cálida de un ENOS.

Cuadro 3. Características regionales promedio de un escenario seco para la fase cálida de un ENOS

REGION	PROBABILIDAD SECO		ZONAS	NIVEL DE REDUCCION*	
	CUALITATIVA	PORCENTAJE		%	mm
RI	ALTA	50-80	Pacífico Norte	26	450
			Región Central	23	500
			Pacífico Central	26	700
			Pacífico Sur	13	500
RII	MEDIA	20-50	Zona Norte	19	500
			Central Oriental	17	400
RIII	BAJA	0-30	Caribe	18	600

* Se refiere a la reducción con respecto al valor promedio del rango normal del cuadro 2.

En los gráficos 2 y 3, se presenta la frecuencia porcentual de que una fase cálida de ENOS corresponda con un escenario normal (bajo o sobre el promedio sin llegar a ser extremo). Puede observarse en estos gráficos que la probabilidad de casos normales disminuye, en comparación a la probabilidad de casos secos. En el gráfico 2, se presenta la información correspondiente al escenario normal bajo el promedio. Se pueden delimitar tres regiones. La primera gran región (RI), coincide con la presentada en el gráfico 1 y comprende la Vertiente Pacífica y Región Central (PN,PC,PS,RC), presenta probabilidades entre 10 y 30% de ocurrencia de eventos normales bajo el promedio.

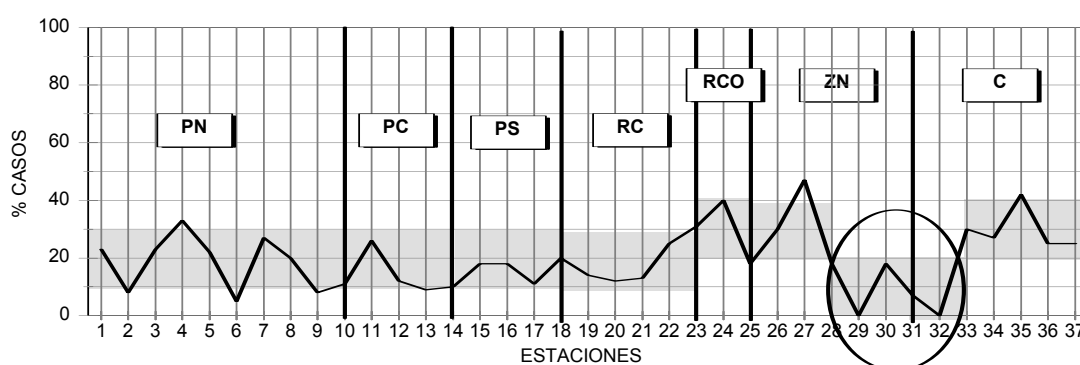


Gráfico 2. Frecuencia porcentual de fases cálidas de eventos ENOS pluviométricamente normales bajo el promedio en Costa Rica (PN:Pacífico Norte,PC:Pacífico Central, PS:Pacífico Sur, RC:Región Central,RCO:Región Central Oriental, C: Caribe, ZN:Zona Norte)

Una segunda gran región (RII) abarca la Región Central Oriental (RCO) la región cercana a la cordillera de la Zona Norte (ZNC) y casi todo el litoral caribe (Ca). Esta región se caracteriza por

tener la mayor probabilidad de ocurrencia, entre un 20 y un 40%. La última región (RIII), se encuentra encerrada en un círculo en el gráfico 2, ya que comprende zonas de regiones distantes: el sur de la Región Caribe (Cb) y el Norte de la Zona Norte (ZNn), áreas de llanuras. Presenta la probabilidad más baja de ocurrencia de un año normal bajo el promedio como consecuencia de la presencia de la fase cálida de un evento ENOS (0-20%).

En el cuadro 4 se presentan las características promedio de las regiones señaladas para un escenario normal bajo el promedio. En términos generales, las probabilidades son bajas.

Cuadro 4. Características regionales promedio de un escenario normal bajo el promedio para la fase cálida de un ENOS

REGION	PROBABILIDAD NORMAL		ZONAS	NIVEL DE REDUCCION*	
	CUALITATIVA	PORCENTAJE		%	mm
RI	BAJA	10-30	Pacífico Norte	12	200
			Región Central	9	200
			Pacífico Central	11	300
			Pacífico Sur	8	300
RII	MEDIA	20-40	RCO	8	190
			ZNc	7	220
			Ca	8	190
RIII	BAJA	0-20	ZNn	10	250
			Cb	12	300

* Se refiere a la reducción con respecto al valor promedio del rango normal del cuadro 2.

De acuerdo a la información que se desprende del gráfico 3, para condiciones normales bajo el promedio, el perfil nacional es bastante homogéneo, con una ligera inclinación a aumentar la probabilidad de casos en la Zona Norte y la Región Caribe. La probabilidad de que la fase cálida de ENOS produzca condiciones normales sobre el promedio sin llegar a considerarse lluvioso, se encuentra entre 0 y 30% para toda la vertiente Pacífica y la Región Central (RI), mientras que para la Región Central Oriental, la Zona Norte y el Caribe, la probabilidad tiene un rango entre 10 y 40%.

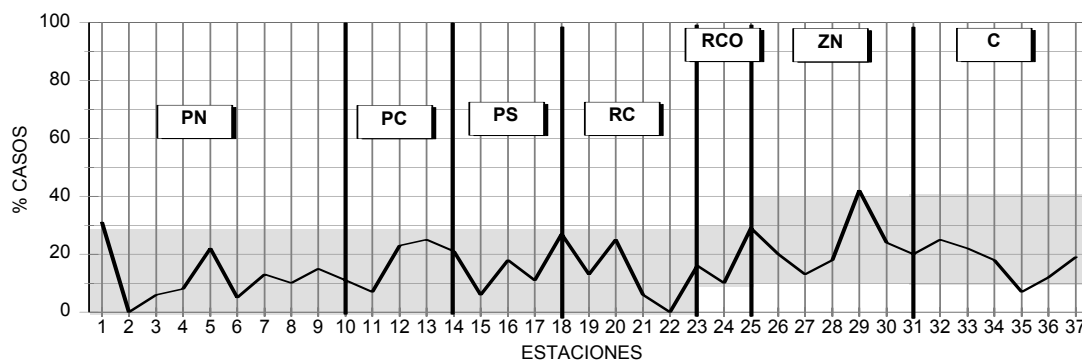


Gráfico 3. Frecuencia porcentual de fases cálidas de eventos ENOS pluviométricamente normales sobre el promedio en Costa Rica (PN:Pacífico Norte,PC:Pacífico Central, PS:Pacífico Sur, RC:Región Central,RCO:Región Central Oriental, C: Caribe, ZN:Zona Norte)

La probabilidad de ocurrencia de este tipo de escenario es más baja que el escenario normal anterior, y mucho más baja en comparación al escenario seco. Las características pluviométricas de las regiones determinadas, se presentan en el cuadro 5

Cuadro 5. Características regionales promedio de un escenario normal sobre el promedio para la fase cálida de un ENOS

REGION	PROBABILIDAD NORMAL		ZONAS	NIVEL DE INCREMENTO*	
	CUALITATIVA	PORCENTAJE		%	mm
RI	BAJA	0-30	Pacífico Norte	14	250
			Región Central	9	200
			Pacífico Central	11	300
			Pacífico Sur	8	300
RII	MEDIA	10-40	RCO	9	220
			ZN	9	250
			C	10	360

* Se refiere al incremento con respecto al valor promedio del rango normal del cuadro 2.

La frecuencia de fases cálidas de ENOS en un escenario lluvioso, se presenta en el gráfico 4. La probabilidad es baja para la toda la Vertiente Pacífica, Región Central y Región Central Oriental (RI). La frecuencia de casos es de 0 a 20%. Una segunda región (RII) comprende toda la Zona Norte donde la frecuencia es un poco mayor: 10 a 40%. La última región (RIII) abarca toda la vertiente Caribe y es la que presenta mayor frecuencia de casos, entre 30 y 70%.

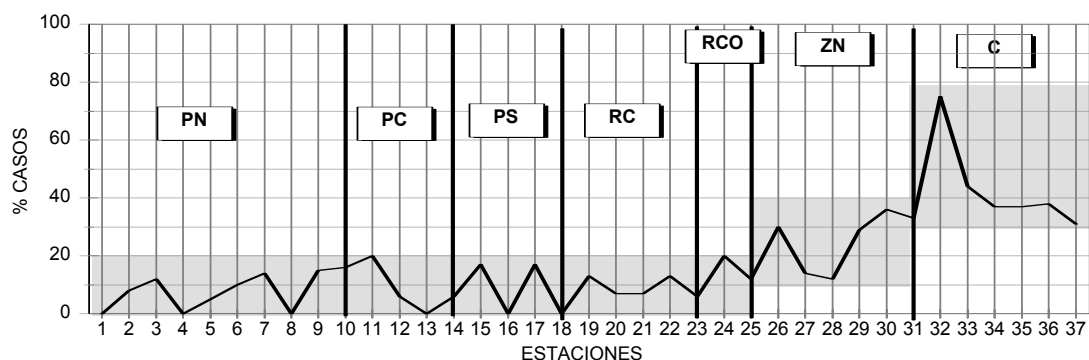


Gráfico 4. Frecuencia porcentual de fases cálidas de eventos ENOS pluviométricamente lluviosas sobre el promedio en Costa Rica (PN:Pacífico Norte,PC:Pacífico Central, PS:Pacífico Sur, RC:Región Central,RCO:Región Central Oriental, C: Caribe, ZN:Zona Norte)

Las características correspondientes a las regiones señaladas para este tipo de escenarios, se presentan en el cuadro 6.

Cuadro 6. Características regionales promedio de un escenario lluvioso para la fase cálida de un ENOS

REGION	PROBABILIDAD NORMAL		ZONAS	NIVEL DE INCREMENTO*	
	CUALITATIVA	PORCENTAJE		%	mm
RI	BAJA	0-20	Pacífico Norte	26	450
			Región Central	18	400
			Pacífico Central	19	500
			Pacífico Sur	13	500
			RCO	20	490
RII	MEDIA	10-40	ZN	16	450
RIII	ALTA	30-70	RC	18	650

* Se refiere al incremento con respecto al valor promedio del rango normal del cuadro 2.

Conclusiones

El impacto de la fase cálida del evento ENOS en Costa Rica, ha sido diferencial en cuanto a la cantidad de precipitación anual registrada en diferentes zonas del país. Sin embargo, existen patrones definidos en términos de probabilidad, que pueden ser aplicados a diferentes regiones de acuerdo a escenarios secos, normales o lluviosos. Este formato puede contribuir mejor a la planificación de acciones de prevención y mitigación por los efectos causados por El Niño, ya que permite tener un panorama amplio de lo que puede ocurrir en diferentes zonas del país.

Los planes de emergencia deben de contemplar los tres escenarios y tener la flexibilidad de poder cambiar las acciones de acuerdo a lo que realmente se esté presentando en la región. Con pronósticos meteorológicos tempranos del tiempo y planes de contingencia adecuados a diferentes posibilidades o escenarios, la planificación de actividades productivas puede tener mayor seguridad de éxito. De esta forma se optimizará el uso de recursos.

Literatura citada

- Estrada, R. 1998. Vitaminas contra El Niño. La República, San José (C.R.); Jun.12.sp.
- Fernández, W.; Ramírez, P. 1991. El Niño, la Oscilación del Sur y sus efectos en Costa Rica: Una revisión. Tecnología en Marcha. 11(1):3-10.
- Hernández, C. 1998. Plan urgente contra sequía. La Nación , San José (C.R.); May.25:1.
- La República. 1997. Emergencia nacional por El Niño. La República, San José (C.R.); Set.02:5A.
- Ramírez, P. 1990. El fenómeno de El Niño-Oscilación del Sur. Boletín Meteorológico. Ministerio de Recursos Naturales Energía y Minas. Instituto Meteorológico Nacional. Costa Rica. Año XIV-Abril. P3-5.
- Trenberth, K. 1997. The definition of El Niño. Bulletin of the American Meteorological Society. 78(12):2771-2777.
- Vega, G.; Stolz, W. 1997. El fenómeno de "El Niño" y su impacto en la economía de Costa Rica. Oficina de pronósticos. Instituto Meteorológico Nacional. Folleto informativo. San José, Costa Rica. 9pp.
- Villalobos, R.; Retana, J.; Zúñiga, B.; Ríos, A. 1997. Pronóstico de la precipitación total anual para la Región Chorotega mediante un método de asociación de grupos de años. Informe Técnico N°6-97. Instituto Meteorológico Nacional. Gestión de Desarrollo. San José, Costa Rica. 9p.
- Wyrski, K. 1986. Research on El Niño. In: El Niño phenomenon and fluctuations or climate. Lectures presented at the thirty-sixth session of the WMO Council. World Meteorological Organization. WMO. N°649. Geneva, Switzerland. 31-41p.