

# **ESTUDIO DEL IMPACTO DE LOS EVENTOS EL NIÑO 1991-1992 Y 1997-1998 SOBRE LOS RENDIMIENTOS DE CULTIVOS DE ARROZ Y MAÍZ EN EL LITORAL ECUATORIANO**

**Indira Nolivos Alvarez<sup>1</sup>, José Luis Santos Dávila<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Licenciada en Oceanografía y Ciencias Ambientales

<sup>2</sup>Director de Tesis, PhD en Ciencias Atmosféricas, Georgia Institute of Technology, Atlanta-EE.UU., 1995.  
Profesor de la Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar de ESPOL desde 1989.

## **RESUMEN**

En el presente trabajo se han analizado series de clima mensual (1970-1999) de parámetros locales: precipitación mensual y temperatura media del aire; y regionales: Presión a nivel del Mar en tahití (PNM), Temperatura Superficial del Mar en la zona Niño 1+2 (TSM), Índice de Oscilación Sur (IOS), Índice Multivariado El Niño Oscilación Sur (MEI); para la construcción de dos índices del clima local sobre las zonas agrícolas en estudio: Manabí y Guayas-Los Ríos, usando la técnica de Componentes Principales.

Con la información proporcionada por los índices obtenidos, se definieron los meses de más alta intensidad de los eventos El Niño 1991-92 y 1997-98 en estudio, así como el mes “normal” (menor valor positivo del índice registrado en 1990-98), y se calculó con ayuda del Sistema de Información Geográfica Arc View, la distribución espacial de excedentes de precipitación sobre las zonas agrícolas, en los meses de máxima intensidad de dichos fenómenos.

A partir de estos mapas se determinaron las áreas de riesgo agrícola en cultivos de arroz y maíz de Manabí y Guayas-Los Ríos, en función de su posición geográfica, de los máximos excedentes de precipitación registrados en cada mes pico de los Niños estudiados, y la ubicación de zonas bajas.

## **INTRODUCCION**

El fenómeno El Niño es un evento recurrente que ocasiona excedentes en las precipitaciones, principalmente sobre la región Litoral del Ecuador. Los eventos ocurridos en 1991-92 (intensidad moderada) y el más reciente en 1997-98 (extremadamente fuerte), causaron impactos negativos sobre el sector agrícola de la Costa, debido a las inundaciones que provocaron. Entre los principales productos afectados están los cultivos de ciclo corto, como el arroz y el maíz duro, que han sido los más impactados por estos fenómenos.

En 1997, en un estudio realizado para un banco privado, Palacios describe como eventos El Niño de diferentes intensidades han afectado productos representativos en las diferentes regiones y provincias del Ecuador. Evalúa los eventos de 1982-83, de 1986-87 y el de 1991-92, llegando a la conclusión de que hay una alta correlación entre la magnitud de un evento EL Niño y su impacto sobre el sector agrícola, esta es lineal, negativa y directa para un evento El Niño de intensidad fuerte. Así también indica que un evento fuerte afecta más significativamente los sectores agrícolas de la región Costa que los de la región Andina.

El presente trabajo de tesis pretende contribuir, a través de la ciencia aplicada, con dos sectores agrícolas afectados por El Niño: el arrocero y el maicero, que al momento emplean a más del 20% de la población económicamente activa agrícola (PEAagr). Siendo el Ecuador un país azotado frecuentemente por El Niño, resulta útil y aplicable la determinación de escenarios de riesgo agrícola específicos, a partir de índices de clima locales que representen el desarrollo de estos fenómenos, para prevenir y mitigar los daños que puedan sufrir los sectores agrícolas de interés durante un evento moderado o de intensidad extrema.

## **EVENTOS EL NIÑO EN ESTUDIO**

Son dos los eventos que se analizaron en este trabajo de investigación: El evento El Niño de 1991-92, uno de los más largos de la década, que fue catalogado como un evento de intensidad moderada, que causó severos impactos en algunos sectores de la economía ecuatoriana; y el evento ocurrido en 1997-98, considerado un fenómeno de extrema intensidad, que provocó grandes destrozos en casi todos los sectores económicos del País.

Uno de los sectores directamente afectado por los dos eventos El Niño en estudio, fue el agrícola, representado principalmente por los cultivos de ciclo corto de maíz duro y arroz. Estos fueron afectados en menor proporción durante el fenómeno de 1991-92, que en 1997-98. Sin embargo la principal causa de las pérdidas siempre fueron las inundaciones causadas por excedentes de precipitación extremos, registrados en las principales provincias de producción: Manabí, Guayas y Los Ríos.

En 1992, los principales productos agrícolas afectados fueron banano, algodón, arroz y maíz duro, 30.000 Has de estos cultivos se dañaron y 11.840 Has fueron afectadas parcialmente. La superficie agrícola dañada representó el 10% de la superficie sembrada durante la época lluviosa de 1992. Sólo en Manabí, 10.000 Has de maíz duro, arroz y algodón se dañaron. Los daños sobre el sector agrícola representaron aproximadamente el 74.8% de las pérdidas totales de los sectores productivos (CEPAL,1998).

Mientras que para 1998, los cultivos más afectados fueron la caña de azúcar, banano, café, cacao, arroz y maíz duro. La superficie de los principales cultivos afectados por El Niño, fue de 613.306 Has. De esta superficie CEPAL señala que el 55% corresponde a tierras arroceras y maiceras (maíz duro). La mayor cantidad de áreas arroceras afectadas por El Niño se registró en Los Ríos, mientras que para maíz duro esta se registró en Manabí (SIISE, 1998). La principal causa de afectación fueron las inundaciones. En Manabí 49.300 Has se afectaron, las cuales representaron el 54.5% de la superficie sembrada en esa provincia.

## **DEFINICION DEL AREA DE ESTUDIO**

Las zonas arroceras de Guayas y Los Ríos y las zonas maiceras de Guayas, Los Ríos y Manabí, fueron escogidas como área de estudio, por ser estas provincias costeras las más afectadas tras la ocurrencia de un evento El Niño, y además porque estas zonas agrícolas proveen el mayor aporte a la producción nacional para ambos productos (FIGURA 1).



FIGURA 1: Area de Estudio

Para facilidad del estudio se definieron dos zonas de influencia de los índices locales a construir; una conformada por Manabí, zona maicera, y la otra por Guayas-Los Ríos, zona maicera y arrocerá.

## SERIES DE TIEMPO

Los análisis se hicieron sobre series de tiempo de parámetros de clima, tanto locales como regionales; y sobre series de tiempo de parámetros agrícolas provinciales. Los parámetros locales de clima usados fueron series de precipitación mensual, temperatura atmosférica media y humedad relativa media mensual, registradas por 7 estaciones meteorológicas del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), con 29 años de registros cada una. Dos de estas ubicadas sobre la zona de Manabí (Chone y Portoviejo), estando el resto distribuido sobre la zona Guayas-Los Ríos (Guayaquil, San Carlos, Bucay, Milagro, Pichilingue).

Los parámetros regionales de clima usados fueron series mensuales de temperatura superficial del mar en la zona Niño 1+2, Presión atmosférica en Tahití, Índice de Oscilación Sur e índice MEI; monitoreados por la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), por más de 29 años; sin embargo, se usó el mismo período de datos que para los parámetros locales de clima. Estos parámetros de clima se usaron en la construcción de dos índices locales El Niño, uno para cada zona en estudio.

Los parámetros agrícolas de producción, superficie cosechada y rendimiento calculado a partir de los dos parámetros iniciales, fueron utilizados para validar la aplicabilidad de los índices El Niño locales construidos, a la agricultura del arroz y del maíz duro en cada zona. El período analizado fue 1990-1998, con datos mensuales proporcionados por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) y el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG).

## ANALISIS DE DATOS

Dos herramientas principales fueron usadas en el presente trabajo, la primera fue la de Componentes Principales que combinando parámetros climáticos regionales y locales nos permitió la obtención de los índices locales ENOS Manabí y ENOS Guarios. Siendo la segunda ayuda más importante la proporcionada por el Sistema de Información Geográfica Art View, en la construcción de los mapas de riesgo agrícola a partir de la información proporcionada por los índices.

## CONSTRUCCION DE INDICES LOCALES EL NIÑO

La construcción de los índices locales El Niño presentó dos partes importantes; la primera consistió en la obtención de vectores zonales de clima para precipitación, humedad relativa y temperatura del aire, tanto en Manabí como en Guayas-Los Ríos. Esto se logró aplicando componentes principales a arreglos por parámetro, que contenían datos de varias estaciones meteorológicas usadas en cada zona.

Estos resultados arrojaron 5 vectores zonales de clima; uno de precipitación para Manabí y otro para Guayas-Los Ríos; uno de temperatura del aire para Manabí y otro para Guayas-Los Ríos; y un último vector de humedad relativa para Guayas-Los Ríos, pues no hubo información de este parámetro en Manabí.

Luego, la segunda fase del análisis combinó estos vectores locales (series de tiempo) hallados, con las variables regionales, obteniéndose siempre un arreglo por zona. Otra vez aplicando Componentes Principales, se obtuvo un modo principal representativo para cada zona, esto sucedió al combinar los vectores locales con la Temperatura Superficial del Mar de la zona Niño 1+2.

Estos modos locales representativos fueron validados correlacionándolos con el índice regional patrón MEI, que luego fue incluido en el cálculo, para mejorar la funcionalidad de estos. Los nuevos índices locales obtenidos fueron filtrados, con un filtro exponencial, para eliminar variaciones de bajo período, mejorándolos.

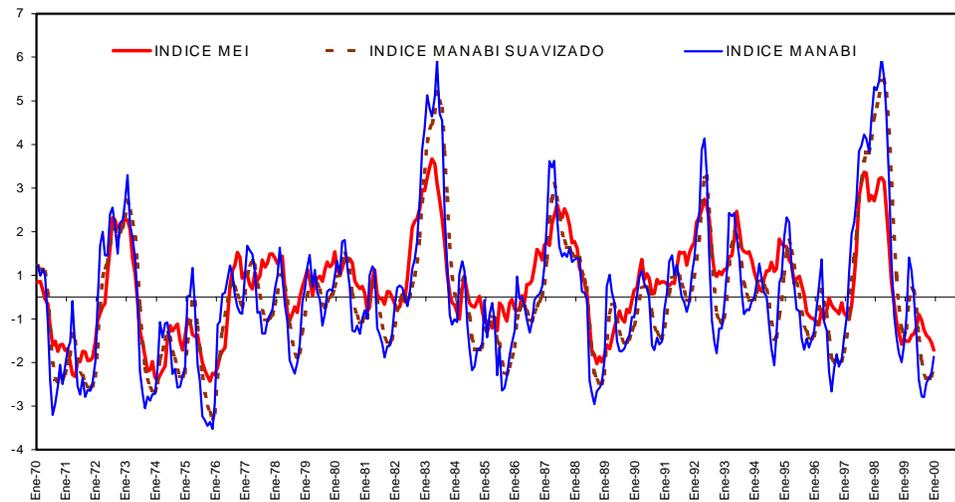


FIGURA 2: Índice MEI vs Índice ENOS Manabí construido

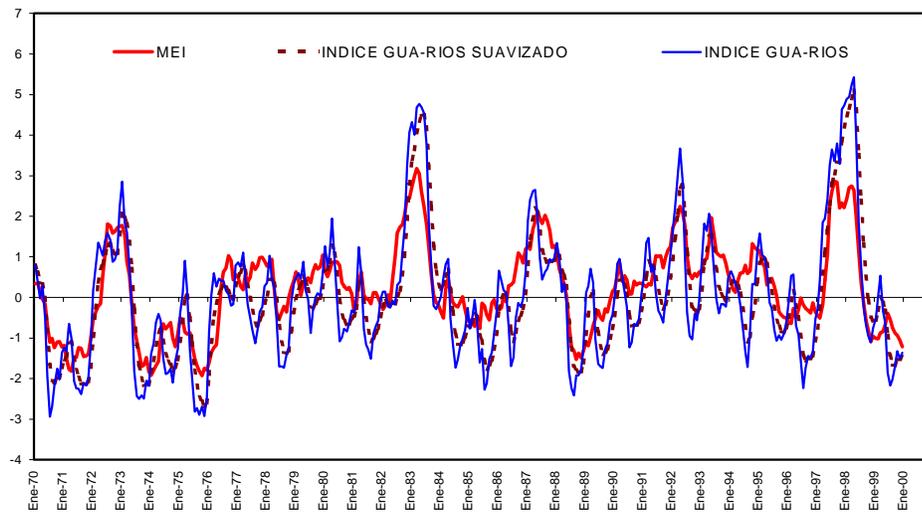


FIGURA 3: Índice MEI vs. Índice ENOS Guayas-Los Ríos construido

### INDICES LOCALES VS INDICES AGRICOLAS DE ARROZ Y MAIZ

Una vez construidos los índices locales para eventos ENOS, se procedió a correlacionar estos con las series de tiempo agrícolas, es decir con los parámetros agrícolas para cada producto en cada zona, para encontrar la relación clima-agricultura.

Sin embargo, los resultados no fueron satisfactorios, pues las correlaciones entre las variables agrícolas y los índices no fueron significativas ( $r < 0.50$ ), para ningún tiempo de desfase, pues se conoce que la afectación agrícola se presenta cierto tiempo después del impacto del clima.

Sin embargo, al correlacionarlos para los años Niño 1997-98, si se obtuvieron correlaciones significativas ( $r > 0.60$ ); tal es el caso del cultivo de maíz duro en Manabí y Guayas, que para el parámetro de producción vs. el índice Gua-Rios registró correlaciones alrededor de  $-0.70$ ; El parámetro de rendimiento de maíz duro en Guayas y en Los Ríos registró las correlaciones más altas,  $-0.81$  y  $-0.77$  respectivamente.

Al no encontrarse una relación estadística directa entre los parámetros agrícolas y los índices locales ENOS, se procedió a hacer una comparación descriptiva de las series de tiempo de clima y agricultura. Encontrándose que solo el cultivo de arroz en Guayas presentó un comportamiento relacional inverso al del índice ENOS Gua-Rios.

### MAPAS DE RIESGO AGRICOLA

La construcción de mapas de riesgo agrícola, sobre las zonas de Manabí y Guayas-Los Ríos, se llevó a cabo usando el Sistema de Información Geográfica (SIG) "Arc View". Estos mapas presentan áreas agrícolas ubicadas en zonas bajas, en potencial riesgo de pérdidas de cultivos, a causa de grandes excedentes de precipitación, dentro de cada una de las zonas estudiadas. Los mapas fueron construidos para los meses de máxima intensidad de los fenómenos El Niño de 1991-92 (moderado) y 1997-98 (extremadamente fuerte), a partir de la información pluviométrica registrada.

Las zonas arroceras y maiceras de Guayas y Los Ríos se encuentran ubicadas sobre el centro y sur de la Cuenca del Guayas; estas tierras son bajas (<40m) y reciben grandes excedentes pluviométricos tras la ocurrencia de un Niño (mínimo 141 mm), por lo que toda el área se considera en riesgo tras la ocurrencia de un Niño. Así se construyeron 2 mapas de riesgo, uno que muestra la distribución espacial de los excedentes pluviométricos en mayo de 1992 y el otro para abril de 1998 (picos del índice ENOS Gua-Ríos).

En Manabí, si se pudieron definir áreas maiceras específicas en riesgo, a partir de la intersección de áreas de cota menor a 100 m (cota mínima disponible), que registraron excedentes de precipitación mayores a 75 mm. Se obtuvieron 2 escenarios, uno para mayo de 1992 y el otro para abril de 1998 (picos del índice ENOS Manabí).

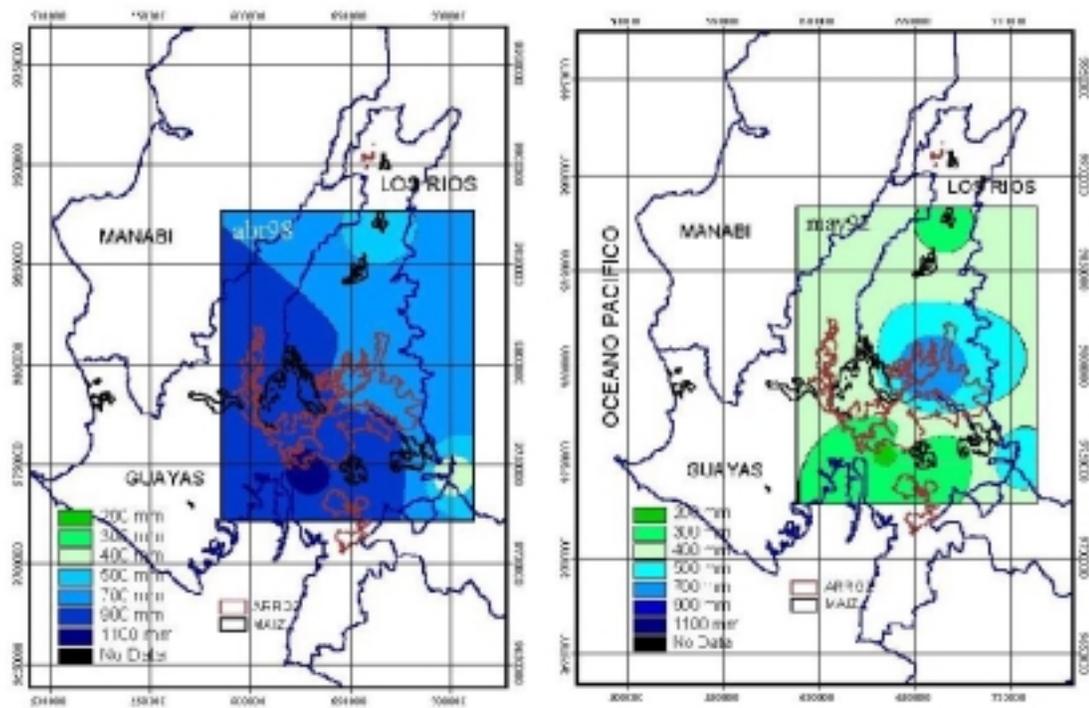


FIGURA 4: Areas de maiceras y arroceras de la zona Guayas-Los Ríos en Riesgo, por Excedentes Pluviométricos registrados en Mayo de 1992 y en Abril de 1998.

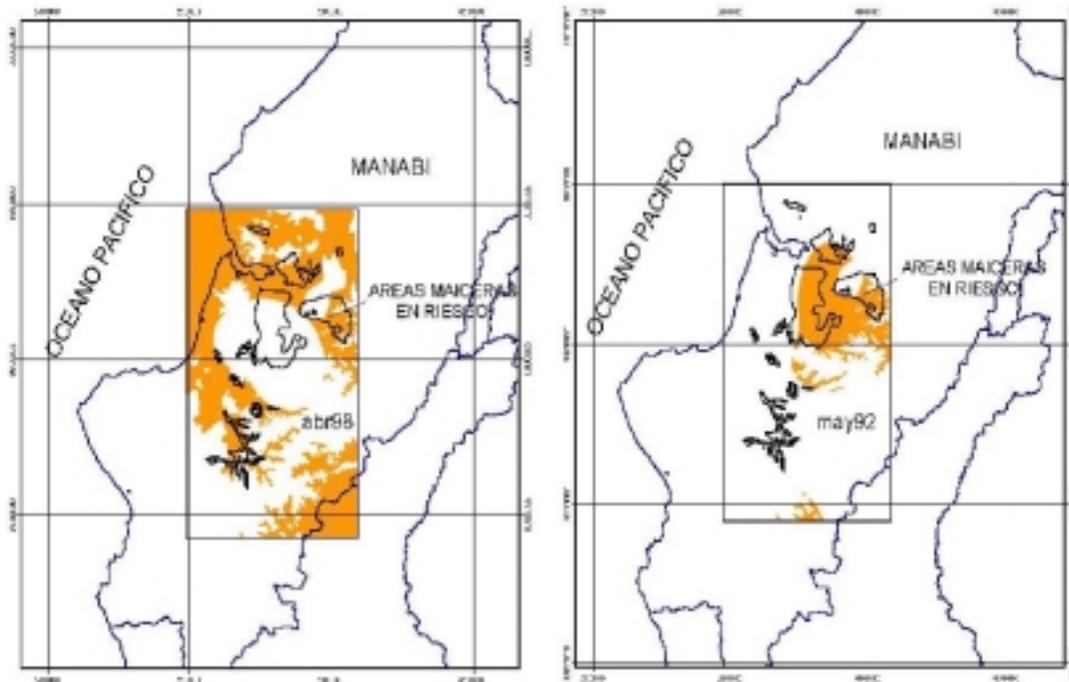


FIGURA 5: Areas Maiceras de la zona Manabí en riesgo, por Excedentes Pluviométricos registrados en Mayo de 1992 y en Abril de 1998

### CONCLUSIONES:

- Los índices locales ENOS construidos para las zonas Guayas-Los Ríos y Manabí, representan las variaciones a escala local provocadas por un evento ENOS regional, por lo que pueden ser usados en la prevención y mitigación de daños agrícolas por la ocurrencia de dichos eventos en cada zona. Así mismo, estos deberían ser actualizados continuamente, de tal forma que contando con mayor cantidad de datos, mejoren su capacidad de registro de eventos ENOS en formación.
- El comportamiento agrícola de los cultivos de arroz y maíz en cada zona, excepto para arroz en Guayas, no se vio directamente relacionado con las variaciones interanuales del clima descritas por los índices locales construidos, durante el período 1990-98; sin embargo las pérdidas tras la ocurrencia de un evento El Niño nos dan la pauta para recomendar se realicen estudios más especializados, incluyendo mayor número de variables y mayor tiempo de registro, que permitan descubrir la incidencia real del clima sobre los cultivos.
- La producción de arroz en Guayas depende, en orden inverso, de las variaciones interanuales del clima representadas por el índice ENOS Gua-Ríos.
- Los datos de producción y rendimiento agrícola son afectados por otras variables (económicas), como inflación, encarecimiento de insumos, disponibilidad de créditos entre otras, que no han sido filtradas.

- De los mapas de distribución de los excedentes máximos de precipitación sobre la zona de Guayas-Los Ríos, se concluye que éstos fueron máximos y generalizados en todo el sector en estudio, durante abril de 1998 (evento de intensidad extrema); esto también sucedió en mayo de 1992 (fenómeno de intensidad moderada), pero con menores excedentes registrados.
- Durante El Niño 1991-92 (evento moderado) las precipitaciones máximas se distribuyeron sobre la mayor parte de las zonas maiceras; mientras que en 1997-98 aunque los máximos excedentes de precipitación (mucho mayores por ser un evento El Niño extremo), no se distribuyeron sobre la mayor parte de las zonas maiceras (zonas bajas), estas fueron afectadas por las inundaciones, ocasionadas por los excedentes de precipitación registrados.

## REFERENCIAS:

- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Ecuador: Evaluación de los Efectos Socio Económicos del Fenómeno de El Niño en 1997-1998, Junio 1998
- E. Gasparri, C. Tassara y M. Velasco, editores. El fenómeno de El Niño 1997-1999 en el Ecuador del Desastre a la Prevención, "El Niño y La Niña: una oscilación climática, por J.L. Santos", 1999, Primera Parte
- E. Gasparri, C. Tassara y M. Velasco, editores. El fenómeno de El Niño 1997-1999 en el Ecuador del Desastre a la Prevención, "Los Efectos Económicos y Sociales de El Niño, 1997-1998, por R. Vos, M. Velasco y E. De Labastida", 1999, Segunda Parte
- E. Palacios, editor, "Fenómeno de El Niño 1997-1998, Evaluación Meteorológica" (Quito-Ecuador, Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, agosto 1998)
- F. Rossel, Influencia de El Niño sobre los Regímenes Hidropluviométricos del Ecuador, serie INSEQ N° 18 Tomo II, INAMHI-ORSTOM, 1997
- G. Silva, "Análisis de la Variabilidad Climática de la Zona Costera Ecuatoriana utilizando Componentes Principales" (Tesis, Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 1992)
- Grupo Regional ERFEN, Resultados Oceanográficos y Meteorológicos relacionados con El Niño 1992 (Guayaquil, Instituto Oceanográfico de la Armada del Ecuador, noviembre 1992)
- M. Rodríguez, Evento "El Niño" 1991-92 en el Ecuador, (Quito-Ecuador, 1992)
- M.P. Cornejo, "Reducing the Impacts of Environmental Emergencies through Early Warning and Preparedness-The Case of El Niño Southern Oscillation (ENSO)", Ecuador 2000
- P. Benites, "Variabilidad Climática Anual e Interanual y su Influencia en los Indicadores Socioeconómicos en el Ecuador" (Tesis, Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2001)
- R. Johnson y D. Wichern, Applied Multivariate Statistical Analysis (4ta. Edición, New Jersey, Prentice Hall, 1990), pp. 458-466
- R. Palacios, Impacto del Fenómeno El Niño (ENOS) sobre Sectores Claves de la Economía (Guayaquil, Banco de Guayaquil, Julio 1997)
- W. Mendenhall, Estadística para Administradores (México D.F., Grupo Editorial Iberoamérica, 1990), pp. 245-247, 572-576