

Efectos de los fenómenos macroclimáticos (El Niño y La Niña) sobre diferentes variables climatológicas en Boyacá

Directores Investigadores Grupo de Investigación HIDRAP:
José Julián Villate Corredor², Carlos Andrés Caro Camargo²
Semilla Grupo de Investigación HIDRAP:
Edgar Fernando Martínez Guerrero³

Introducción

La investigación muestra los efectos ocasionados por los fenómenos de El Niño y La Niña en las diferentes variables hidroclimatológicas en diferentes cuencas localizadas en el departamento de Boyacá y las consecuencias que ocasiona en el ámbito social, económico y ambiental.

El departamento de Boyacá presenta un comportamiento eminentemente agrícola, ganadero y turístico, donde cualquier anomalía en el régimen regular de lluvias y caudales puede traer como consecuencia trastornos económicos de magnitud considerable en el desarrollo de la región, de sus habitantes y de aquellas regiones que se abastecen de los productos generados en el departamento de Boyacá. Por lo anterior, resulta imperante el conocimiento y comprensión del comportamiento general y atípico de la climatología, que nos permita definir variables que puedan, de una u otra forma, producir alteraciones en la cantidad habitual de la oferta hídrica en el departamento.

Metodología

Se realizó inicialmente un proceso de reconocimiento de información hidroclimatológica, mediante la identificación y ubicación espacial y cuantitativamente. Las

variables analizadas fueron: precipitación, humedad y temperatura; además, la plataforma computacional empleada dentro de la sectorización y ubicación espacial fue Arc Gis.

No todas las estaciones fueron útiles para esta tarea, por lo cual, se seleccionaron las que cumplieran ciertos requisitos, en función de su ubicación espacial para tener uniformidad en todo el territorio departamental; así mismo, se tuvieron en cuenta aquellas con un periodo de información no menor a 20 años y que para la fecha se encontrarán en operación.

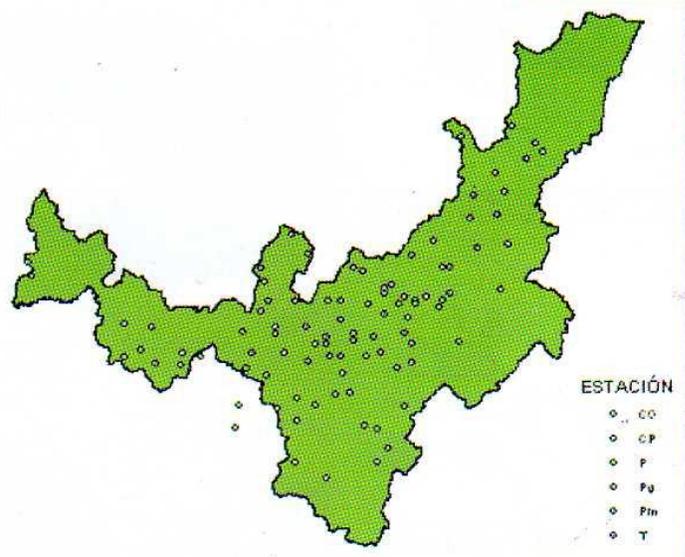


Figura 1. Mapa de las estaciones del departamento de Boyacá

A partir de información de la National Oceanic and Atmospheric Administration's NOAA's se obtuvo la serie mensual del Índice de Oscilación del Sur (IOS), así como las series mensuales de temperatura del océano en los diferentes sectores Niño; dicha información se adquirió para el mismo periodo de tiempo para el cual se va a realizar el análisis de las estaciones climatológicas (1980-2005).

A. Análisis de información

1. Compendio de datos

Se adquirió la información hidroclimatológica a partir de la base de datos del IDEAM, institución encargada de su recolección y almacenamiento en el país (Colombia). Debido a que esta información presentaba ausencia de datos históricos, fue necesario realizar el respectivo completado por medio del programa CHAC, cuyo procedimiento se realizó para 21 años, a partir de 1985, debido a una mejor calidad en la disponibilidad de información desde este año.

2. Análisis del comportamiento de las variables

Los datos completos fueron introducidos en el lenguaje de programación IDL, el cual arrojó relaciones que muestran el comportamiento de cada una de las variables en todo el departamento.

Para cada una de las variables se realizaron diferentes análisis con el fin de caracterizar el comportamiento del departamento de Boyacá, graficando para cada una de las estaciones el comportamiento histórico, el comportamiento mensual multianual, la autocorrelación de cada variable y el espectro de Fourier.

A partir de los resultados obtenidos, se zonificó el comportamiento de las variables climatológicas en estudio, determinando el tipo de régimen hidrológico que presentaba cada una. Se obtuvo una variación y, por tanto, diferenciación clara entre diferentes zonas del departamento y de esta manera, se clasificó el tipo de productividad hídrica que puede llegar a tener cada región, en cuanto a número de periodos húmedos y secos en un año; la temperatura se zonificó teniendo en cuenta el periodo en el que se presentan valores máximos y mínimos. Las figuras 4 - 6 presentan la zonificación realizada al departamento de Boyacá, en función del comportamiento de precipitación, humedad y temperatura respectivamente.

3. Correlaciones cruzadas

Con la información del índice de oscilación del sur y temperatura oceánica para años Niño, Niña y normales, en sus diferentes zonas (1-2, 3,

ZONIFICACIÓN

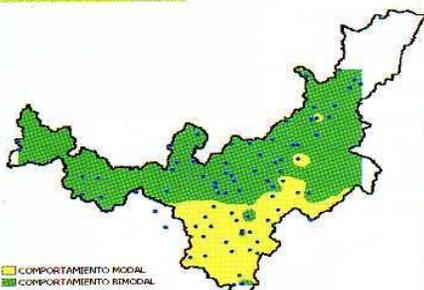


Figura 4. Mapa zonificación comportamiento de la variable precipitación en el departamento de Boyacá

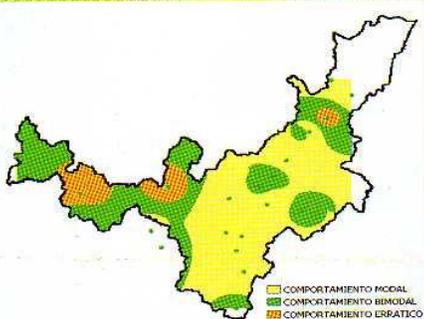


Figura 5. Mapas zonificación comportamiento de la variable humedad en el departamento de Boyacá



3-4. 4), se efectuaron correlaciones cruzadas con el valor de los parámetros de precipitación, temperatura y humedad, por medio del empleo del lenguaje de programación IDL.

Se analizaron los resultados de las correlaciones para determinar el nivel de afectación de los valores de “El niño” y “La Niña”, respecto a las series históricas de cada uno de los parámetros hidroclimatológicos estudiados dentro del departamento de Boyacá. En función de estos resultados se zonificó la variación de cada una de las variables.

Para “El niño” y “La Niña” se graficó la distribución espacial del impacto sobre cada uno de los parámetros (porcentaje de variación, con respecto al promedio multianual), así como el comportamiento multianual de cada parámetro, obteniendo así mapas de zonificación de las correlaciones cruzadas entre el índice de Oscilación del Sur y el comportamiento de las variables climatológicas estudiadas. Las Figuras 7 - 9 presentan el comportamiento promedio para años niña, niño y normales, respectivamente.

4. Análisis de tendencias

Al obtener los datos completos se realizó un análisis estadístico, identificando media, desviación estándar y tendencias (mediante el test de MaKenses) para cada una de las series históricas, por medio de lo cual se pudo establecer que ninguna de las estaciones presenta una tendencia significativa al aumento o disminución en la magnitud de las variables climatológicas.

En el Test de MaKenses se observa el comportamiento típico general de las variables analizadas en el año, donde se puede concluir que la dispersión de los datos respecto a la tendencia general de ellos en el tiempo es muy alta.

Por medio de la programación del procedimiento de Mann Kendall (códigos de programación realizados en el software IDL), se evidenció que algunas series históricas presentan un bajo grado de tendencias, aspecto que fue corroborado por medio del test de regresión lineal, los resultados obtenidos pueden ser observados en las figuras 10 y 11.

5. Análisis anual y multianual de las tendencias

La influencia de los fenómenos macroclimáticos sobre los diferentes parámetros hidrológicos, pueden verse de manera explícita en el momento de contrarrestar los valores mensuales año a año de cada una de las variables, en periodos Niño, Niña y periodos promedio.

La figura 12 presenta el comportamiento anual para una estación en estudio, en la cual se puede observar

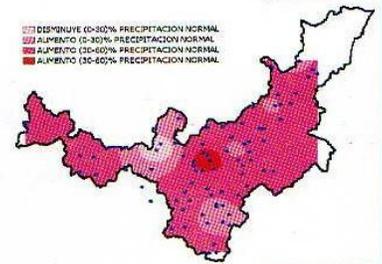


Figura 7. Variación en años niña

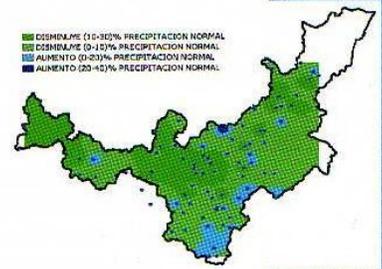


Figura 8. Variación en años niño

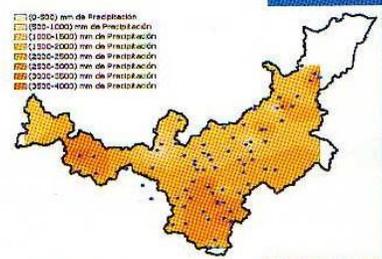


Figura 9. Comportamiento multianual

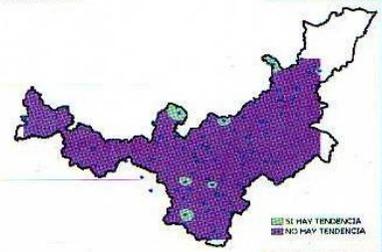


Figura 10. Ubicación de tendencias Test de Mann Kendall precipitación en Boyacá

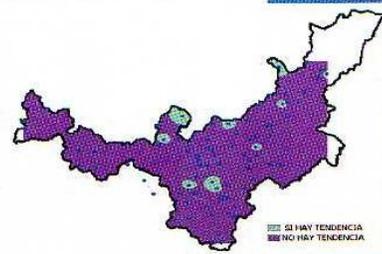


Figura 11. Ubicación de tendencias test de regresión Lineal variable precipitación en Boyacá

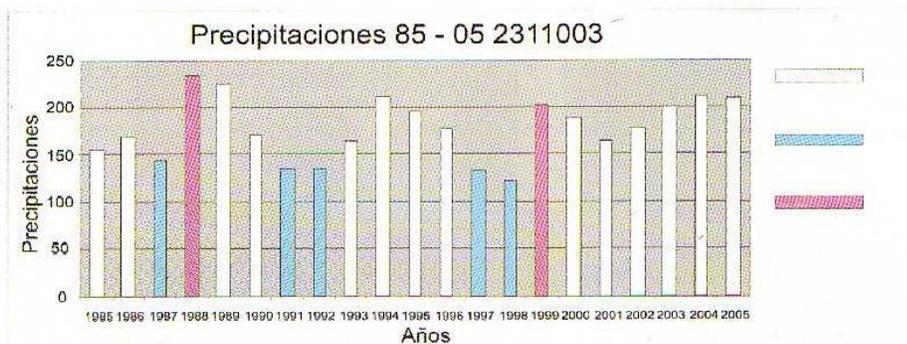


Figura 12. Gráfica general del comportamiento anual de la estación 2311003

claramente la disminución de la precipitación para cada uno de los años niño.

Así mismo, en la figura 13 se observa el comportamiento anual de la precipitación para años normales, mientras que las figuras 13 y 14 presentan el comportamiento el comportamiento típico para años niño y niña respectivamente.

Dentro de las consecuencias apreciables que deja el calentamiento global en las últimas décadas, la disminución de los índices de precipitación en años Niño, es preocupante, ya que se registra un decaimiento de más del 50 %, respecto de los registros anteriores a la década de los 80 para diferentes zonas del Departamento de Boyacá.

Al realizar un análisis del comportamiento promedio de las variables estudiadas para años niño, niña y normales, es posible apreciar las

influencia de los fenómenos macroclimáticos en el comportamiento de las variables climatológicas, tal como se aprecia en la Figura 16.

Resultados

Al analizar el comportamiento climatológico del Departamento de Boyacá se puede decir que para la variable precipitación, el 50 % del territorio correspondiente a la zona Sur o Piedemonte Llanero, se comporta de manera modal y el 50% restante, zona de páramo, se comporta de manera bimodal, agudizando el evento de precipitación en el caso de ocurrencia de fenómenos macroclimáticos.

El grado de afectación del fenómeno de La Niña en la variable temperatura se da en un 70 % de cobertura dentro del departamento de Boyacá, y en el caso del fenómeno de El Niño en un 90 %.



Figura 13. Comportamiento de la variable precipitación para años que no presentan fenómenos macroclimáticos estación 2311003

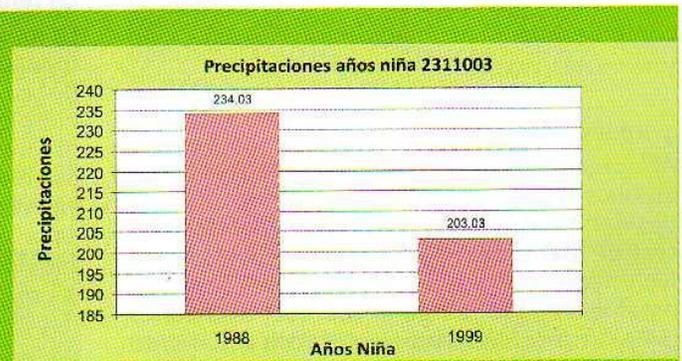


Figura 15. Comportamiento de la variable precipitación para años niña estación 2311003

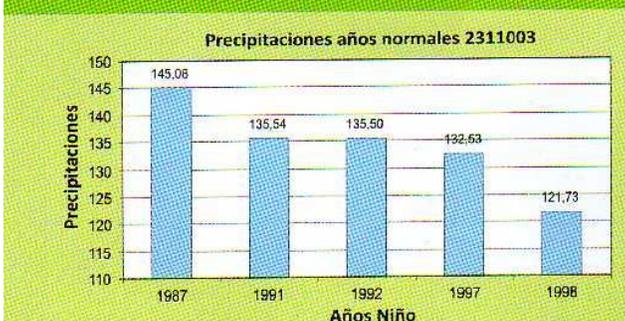


Figura 14. Comportamiento de la variable precipitación para años niño estación 2311003

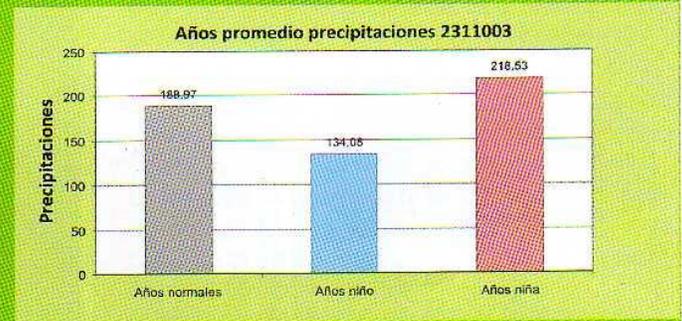
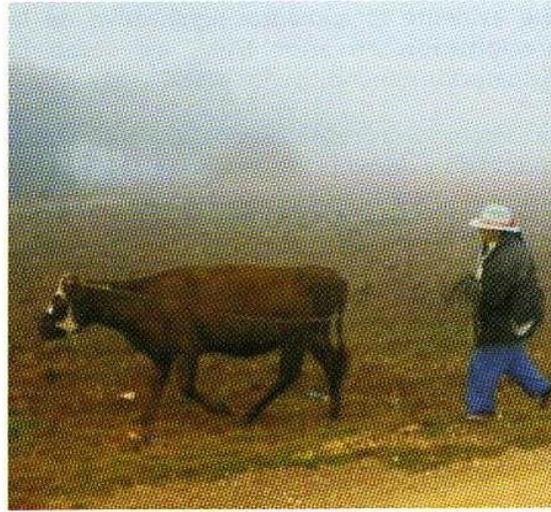


Figura 16. Comportamiento años promedio estación 2311003



El grado de afectación del fenómeno de la Niña en la variable humedad se da en un 70 % de cobertura dentro del departamento de Boyacá, y en el caso del fenómeno de El Niño en un 50 %.

El grado de afectación del fenómeno de la Niña en la variable humedad, se da en un 80 % de cobertura dentro del departamento de Boyacá, y en el caso del fenómeno de El Niño en un 70 %.

Los análisis del test de Mann Kendall y de regresión lineal encontraron una tendencia no muy definida, respecto al comportamiento de las series históricas, y en la prueba de MaKenses no se encontró ningún tipo de tendencia. Lo anterior, posiblemente, debido a la ausencia de registro en las series de tiempo.

Las correlaciones cruzadas presentaron una mayor afectación al relacionar Niño 1-2 y Niño 3,

con las variables climatológicas en estudio, clarificando razones de mayor cercanía a las zonas costeras.

De las variables climatológicas estudiadas, se pudo determinar, que los fenómenos El Niño y La Niña presentan una mayor influencia sobre los valores de precipitación media, con una cuantía de disminución para El Niño de 35.96 milímetros anuales y para La Niña un aumento de hasta 143.57 milímetros; así mismo, la humedad es el parámetro que presenta una menor afectación por la ocurrencia del fenómeno el niño.

El fenómeno de El Niño, produce mayor afectación en la baja de producción, principalmente, en los cultivos de: cebolla, en un 31.24 %, arveja en un 16.68 % y papa en un 11.66 %.

Conclusiones y Recomendaciones

Analizando las series históricas y el comportamiento anual de las variables climatológicas, el departamento puede sectorizarse de acuerdo con el régimen de cada uno de los parámetros, presentándose así sectores de comportamiento modal o bimodal, en el caso de la precipitación y humedad; en el caso de la temperatura, la zonificación se realizó de acuerdo con los meses de mayor y menor intensidad.

Fue evidente el aumento significativo de la precipitación en años Niña, así como la disminución general en años Niño.

La temperatura presentó aumentos notorios en años Niño y disminución en años Niña, aunque en menor medida al promedio.

La humedad, al igual que la precipitación, aumentó en años Niña en sus valores mensuales a nivel multianual.

Con respecto al uso del suelo, se observa una clara afectación en la producción en toneladas en los principales productos agrícolas del

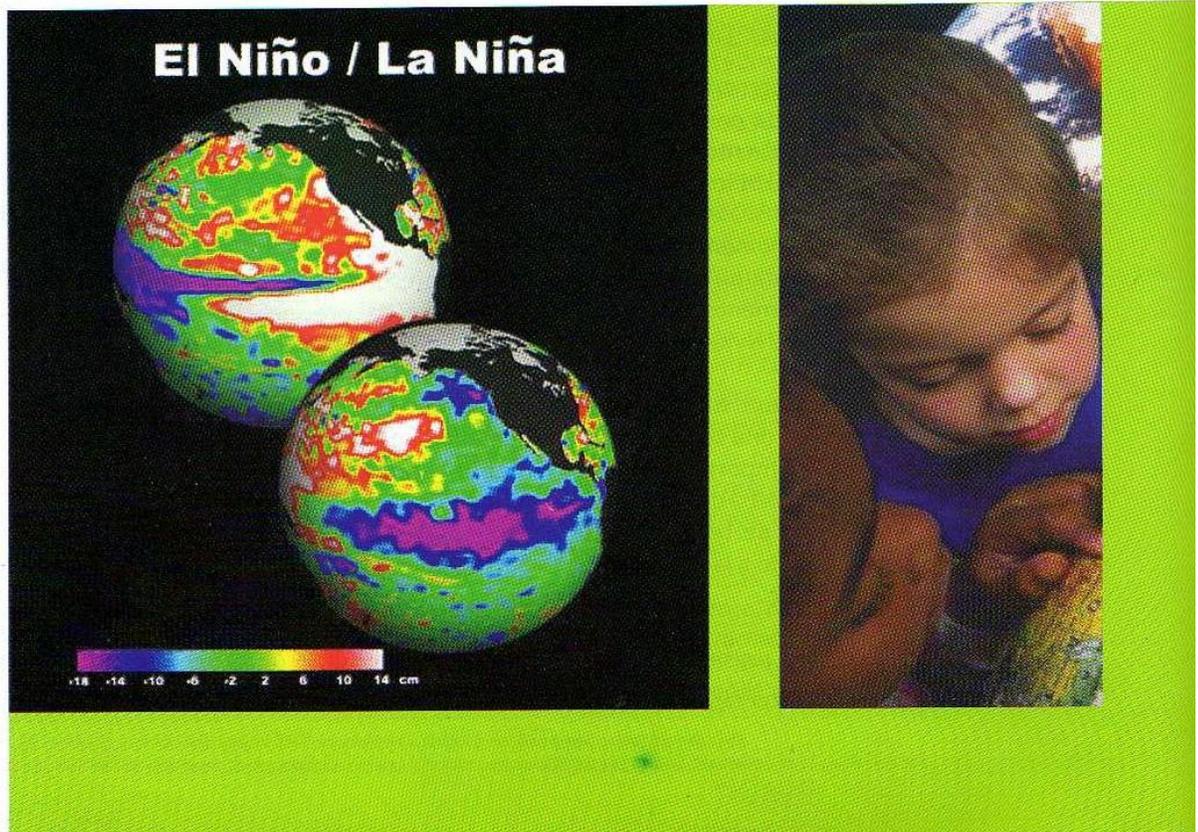
Departamento (papa, arveja y cebada) en los años de ocurrencia de los fenómenos macroclimáticos.

Se recomienda mejorar los procedimientos para la recolección de la información hidroclimatológica, para así darle una herramienta más segura al investigador y que este logre una mayor exactitud al momento de realizar los análisis.

Buscar una mejor distribución de las estaciones hidroclimatológicas en el Departamento de Boyacá, para lograr un mayor cubrimiento y exactitud en todo el territorio, obteniendo datos más confiables para este tipo de investigaciones.

Con este estudio se estableció que los fenómenos macroclimáticos (El Niño y La Niña) sí ejercen afectación sobre las diferentes variables del Departamento, por lo cual se hace necesario realizar planes de prevención especialmente en la zona rural y así no tener que efectuar grandes inversiones y planes de contingencia posteriores al daño causado.

Debido a los resultados obtenidos a través del test de MaKenses, se recomienda verificar esto con otros programas o herramientas.



Bibliografía

Aparicio M. Francisco J. Fundamentos de Hidrología de Superficie, Primera Edición. México DF: Limusa, 2001. 303p

Cantera, Jaime. Los Niños del Pacífico. (Online). (Cali, Colombia), marzo 1998.

Cárdenas O, Juan C. Análisis hidrológico de cuencas colombianas durante eventos Enos: implementación de un SIG. Bogotá, 1998, 130p. Tesis (Ingeniero Civil). Universidad de los Andes de Colombia. Facultad de Ingeniería Departamento de Ingeniería Civil.

Castaño, Carlos. Efectos Naturales y Socioeconómicos del fenómeno el Niño en Colombia. (Online). (Bogotá, Colombia), marzo 2002.

Cortes, Clara. Álvarez, Rubbi. Gómez, Hilda. Cartilla Boyacá geografía, historia y cultura: Academia Boyacense de historia. (Tunja, Colombia). 2003.

Gómez D. Guillermo A.. El fenómeno de ENOS y su relación con las sequías en Colombia. Bogotá, 2001, 81p. Tesis (Ingeniero Civil). Universidad de los Andes de Colombia. Facultad de Ingeniería Departamento de Ingeniería Civil.

Linsley, Ray Keyes. Hidrología para Ingenieros. La Habana: Instituto Cubano del Libro, 1973. 350p.

López, Jenny. Influencia del fenómeno del Niño en la producción de caudales del Departamento de Boyacá. Tunja, 2005, Tesis (título ingeniería civil). Universidad Santo Tomás de Aquino Tunja.

Mesa, Oscar, Poveda, Germán y Carvajal, Luis. Introducción al Clima de Colombia. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, 1997. 390p
Mesa, Oscar y Poveda, Germán. Balance Hidrológico de Colombia. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, 1997

Monsalve S, Germán. Hidrología en la Ingeniería. Segunda Edición. Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería, 2000. 382p

Ocampo L. Javier. Identidad de Boyacá, Secretaria de Educación de Boyacá. 1997.

Silva M. Gustavo. Hidrología Básica. Primera Edición. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, 1998. 239p

Trujillo G. Ernesto. Estudio de correlaciones entre variables que representan el comportamiento del Fenómeno del Pacífico y otros procesos macroclimáticos y variables hidrológicas en Colombia. Bogotá, 1998, 93p. Tesis (Ingeniero Civil). Universidad de los Andes de Colombia. Facultad de Ingeniería Departamento de Ingeniería Civil.

Villate C. José J. Influencia de los fenómenos macroclimáticos y calentamiento global en la hidrología del altiplano cundiboyacense. Bogotá, 2004, 102p. Tesis (Magíster en Ingeniería Civil). Universidad de los Andes de Colombia. Facultad de Ingeniería Departamento de Ingeniería Civil.

<http://www.senamhi.gob.pe/enfen/index.php>

<http://www.ideam.gov.co/fenomenonino/DOCUMENTOELNINO.pdf>

<http://aupec.univalle.edu.co/informes/febrero98/ninha.html>