

## Influencia de ENOS en la manifestación de la Sequía

Tomado de:

**Aldo Roberto Cicero, 2005. Evaluación agrometeorológica de indicadores de sequía en la provincia de Mendoza. Tesis de Magíster en Ciencias Agropecuarias, Mención Agrometeorología. Escuela para Graduados, Fac. de Ciencias Agropecuarias, Univ. Nac. de Córdoba. Córdoba, Argentina.**

El fenómeno El Niño (o su contraparte, La Niña) es un proceso meteorológico de gran escala geográfica de ocurrencia que combina importantes variaciones de las condiciones del océano y de la atmósfera.

Se lo conoce por sus consecuencias, a través del análisis de registros de eventos importantes desde hace mucho tiempo. Díaz y Markgraf (1992) publican una muy importante recopilación de los documentos disponibles, con diversas evaluaciones del fenómeno en diferentes lugares, cada uno con las citas bibliográficas y una discusión ordenada de los antecedentes, de los cuales se ha extractado solo unas pocas consideraciones principales para describir el fenómeno y el proceso de su estudio.

Díaz y Markgraf, y los autores principales de los capítulos de la edición, desarrollan los avances descriptos, desde las primeras publicaciones en Australia de Todd (1888), luego complementado por Walker (1923), y Walker y Bliss (1932), que le asignaron el nombre de *Oscilación del Sur*, (Southern Oscillation, S.O) y lo estudiaron principalmente en la costa Oeste del Pacífico Tropical y Océano Índico. Trendberth (1976), Maden (1981), y Trendberth y Shea (1987), lo enfocan como un fenómeno de gran escala y marcan la diferencia de temperaturas en la superficie del mar (Sea Surface Temperatura, SST), en la zona subtropical del Pacífico y en particular en la zona cercana a la costa de Perú, lo que fuera reafirmado por Philander (1990).

Señala también que, luego de los primeros trabajos de Walker (1923), el tema fue retomado por Berlage (1957). Bjerknes (1966 y 1969) perfecciona las interpretaciones y deja sentado el mecanismo físico del fenómeno, asociando las oscilaciones de presión a nivel del mar con la variación de la temperatura de la superficie, sus características de gran escala

espacial y la importante influencia en la escala temporal de las variaciones de las condiciones climáticas.

Continuaron estudiando el tema diversos autores hasta que Ramusson y Carpenter (1982), reafirman trabajos de Horel y Wallace (1981 y Van Loon y Maden (1981), dándole el alcance de Escala Planetaria, con la que hasta hoy se lo considera al asignarle *escala global*.

Más recientemente Ropelewsky y Halpert (1987 y 1989), Kiladis y Díaz (1989), detallan mejor los alcances de escala espacial y temporal de la temperatura de la superficie del mar. Kiladis et al (1989) y Glantz et al (1991), establecen la Teleconexión con anomalías a través del globo, que habían sido estudiadas previamente, a nivel local, por diversos autores como Ramusson y Carpenter (1983), Parthasarathy et al. (1988), Kiladis y Díaz (1989), en el Océano Índico o la India. Enfield (1989) y otros autores estudian los períodos con anomalías negativas en el SST, o La Niña, como Van Loon y Shea (1985), Yarnal y Díaz (1986), Bradley et al. (1987), Ropelewski y Halpert (1989), Philander (1990), entre otros, y sus teleconexiones.

Lo importante es que se ha logrado reconstruir la cronología de episodios El Niño, merced a diversas fuentes de información, desde los años 662 dC, hasta 1900, y con los datos disponibles desde la aparición de registros meteorológicos ordenados hasta hoy, evaluar los posibles episodios registrados desde el s VII, constituyendo un importante ejemplo de estudio paleoclimático. Sin embargo, otros autores mencionan posibles metodologías para reconstruir la serie incluso hasta 6000 años a.C., (Da Silva 2000).

Las investigaciones sistemáticas sobre ENSO se desarrollaron especialmente en las últimas dos décadas en virtud de la evolución de las tecnologías observacionales y de procesamiento. Ha sido fundamental el desarrollo de grandes programas de acción conjunta entre diversos países y organizaciones operativas y/o de investigación, como el Proyecto TAO (Tropical Atmosphere Ocean Array o Sistema Tropical de Boyas de Medición Océano-Atmósfera), administrado por el programa TOGA (Tropical Ocean Global Atmosphere). Se inició después de El Niño de 1982-83, imprevisto y muy fuerte. El laboratorio Central de

TOGA-TAO, con participación de EE.UU., Francia, Japón, Corea, y Tailandia fija su Centro en el PMEL (Pacific Ocean Environmental Laboratory) en Seattle, Washington, EE.UU. Los datos obtenidos por las boyas son relevadas desde Satélites de la Serie NOAA, elaborados en el PMEL, y pasan luego a centros de monitoreo y pronóstico mundial a través del GTS (Global Telecommunications System) de la OMM. Uno de ellos, como ejemplo, es el NDMC (Centro Nacional para la Mitigación de Sequías, de EE.UU.) sede a la vez del IDIC (Centro Internacional de Información sobre Sequías), en la Universidad de Nebraska EEUU.

Hay una serie muy importante de trabajos realizados en diferentes partes del mundo, que sería muy largo detallar, en particular de los desarrollados en Latinoamérica, algunos de ellos citados en este estudio.

El proceso ENSO, se desarrolla en el ámbito geográfico del Océano Pacífico, en la zona Tropical y subtropical, entre las costas del continente americano y el sur de Asia, y se manifiesta con una periodicidad variable que se puede sintetizar así:

La presión a nivel del mar en Darwin (Australia) a los 12° 26' S, y 130° 52' W, y Tahití (Rapha Island) 27° 37' S y 144° 20' W, se manifiesta con diferencias por encima y por debajo de la media. Cuando en uno de esos lugares se produce una anomalía positiva, se producen situaciones de buen tiempo, con estabilidad atmosférica, baja humedad atmosférica, temperaturas del aire altas y muy pocas precipitaciones, generando condiciones de sequía que pueden durar varios meses. Por el contrario si las anomalías son negativas, (bajas presiones), se generan situaciones de inestabilidad y por ende precipitaciones importantes, con temperaturas menores, lo que es válido en ambas regiones. Se define así el Índice de Oscilación del Sur, que es la diferencia de presiones respecto a la media, que puede expresarse como:

$$IOS = P_T - P_D$$

Donde:

$P_T$  : Presión Atmosférica en Tahití

$P_D$  : Presión Atmosférica en Darwin

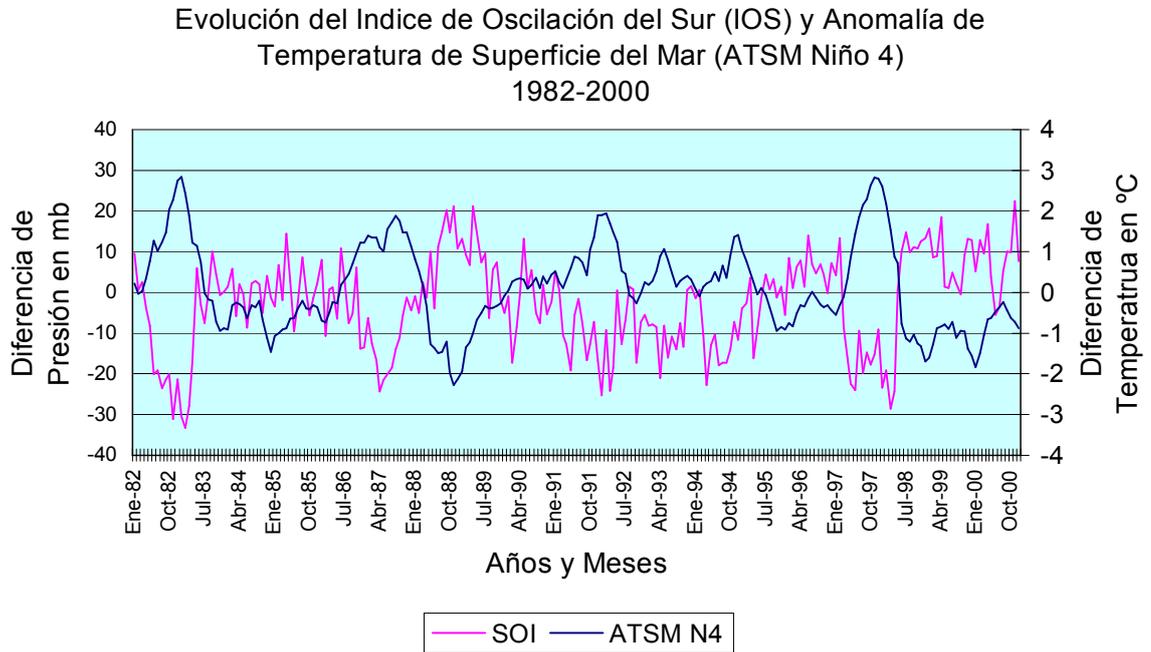


Figura 12. Variabilidad del Índice de Oscilación del Sur y de la Anomalia de Temperatura De la superficie del mar en Zona Niño 4.

Las Figura 12 muestra la evolución en el tiempo del Índice de Oscilación del Sur o IOS, (diferencias de presión sobre el mar entre Tahití y Darwin), y la Anomalia de Temperatura en la Superficie del Mar o ATSM, en la zona Niño 4.

Se genera una Celda denominada *de Walker*, por ser quien la definió en 1923, con ascensos de aire en Darwin (bajas presiones) y descenso en Tahití (altas presiones), que en determinados momentos funciona en forma inversa.

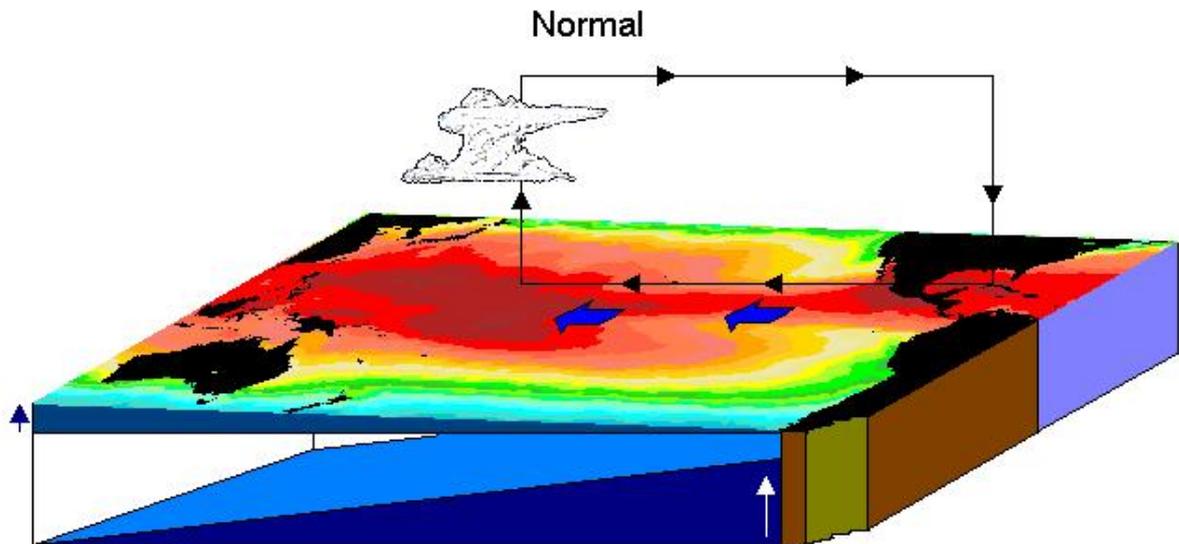


Figura 13. Esquema básico de la Celda de Walker

La Figura 13, muestra el esquema de interpretación del funcionamiento de la celda en el Océano Pacífico en momentos en que se produce el fenómeno denominado La Niña. La estabilidad sobre la costa americana indica que las precipitaciones serán escasas.

Cuando ocurre lo contrario (El Niño), las bajas presiones generan inestabilidad y tormentas sobre la costa americana

Las aguas comienzan a sufrir aumentos o descensos de la temperatura superficial, determinando el que ha sido denominado como Índice ATSM (Anomalía de Temperatura de la superficie del Mar, o, en inglés, SST), que se manifiesta y se mide cerca de las costas de Ecuador y Perú. Ello es debido a que el régimen de vientos, asociado a las diferencias de presión señaladas, desplaza y acumula las aguas superficiales calientes sobre la costa americana.

Cuando en esta zona, se producen anomalías positivas de temperatura del agua del mar en su capa superficial, estas pueden ser moderadas o muy importantes. En los casos que alcanzan magnitudes grandes (varios °C), se generan situaciones que determinan períodos con muy altas precipitaciones, que producen inundaciones importantes, en las zonas costeras, con graves consecuencias económicas y sociales, afectando tanto a las zonas costeras o el interior del continente, (actividades pesqueras y la producción de guanos de aves marinas). Esa anomalía se manifiesta comúnmente asociada con la parte final del año, y por ello se lo ha denominado El Niño, (vinculándolo con la Navidad), y su probada conexión con lo definido inicialmente como South Oscillation, ha dado en llamar al Fenómeno, como ENSO (El Niño Southern Oscillation).

Cuando, por el contrario, se produce una anomalía negativa, se genera altas presiones, buen tiempo, pocas lluvias y situaciones de sequía extremas. Con pérdidas de cosechas y las lógicas consecuencias económico sociales. Estos fenómenos son denominados como La Niña (o también *No Niño*)

En la Figura 14 se puede observar el comportamiento de la Niña de diciembre de 1988, donde las zonas más rojas indican la mayor temperatura superficial del océano pacífico recostada sobre el Sur de Asia y Australia.

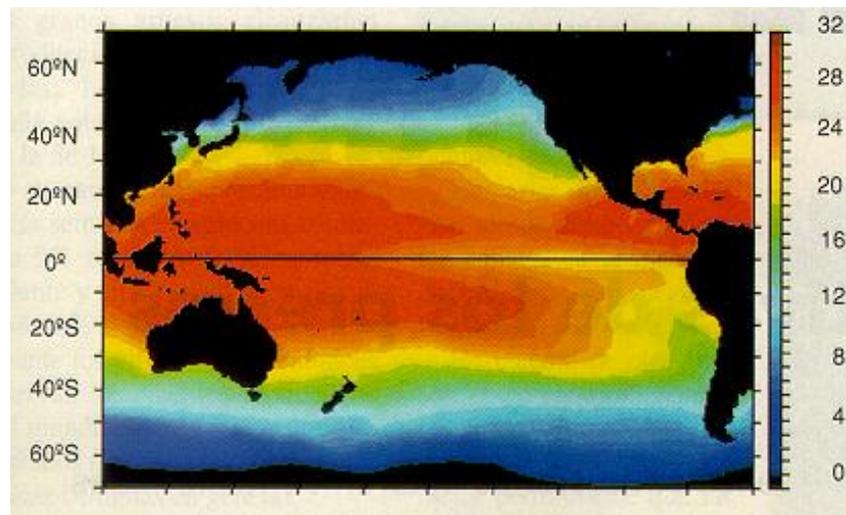


Figura N° 14. Evento La Niña 1988

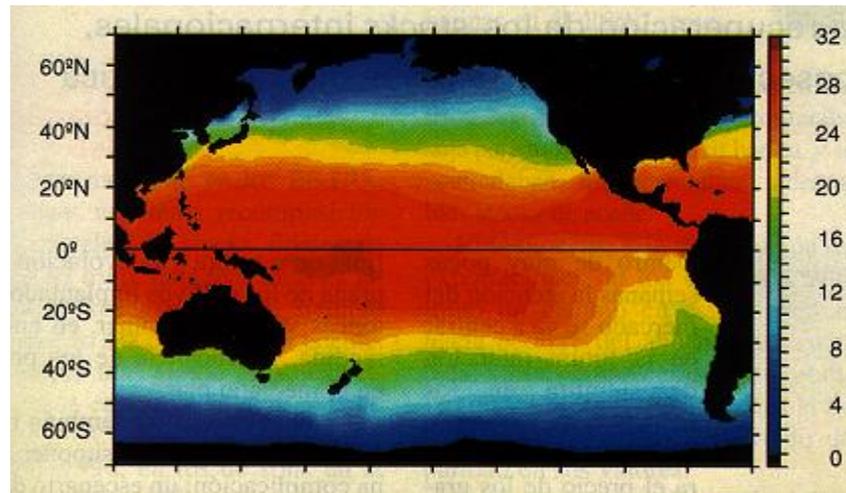


Figura 15. Situación Neutra o Evento Neutro de 1990.

La Figura 15, muestra el comportamiento neutro observado en diciembre de 1990, con las temperaturas de la superficie del mar más distribuidas a lo largo de la línea del *ecuador*.

La Figura 16, muestra el comportamiento de El Niño observado en diciembre de 1997, obsérvese que las mayores temperaturas de la superficie del mar se recuestran sobre la costa sudamericana,

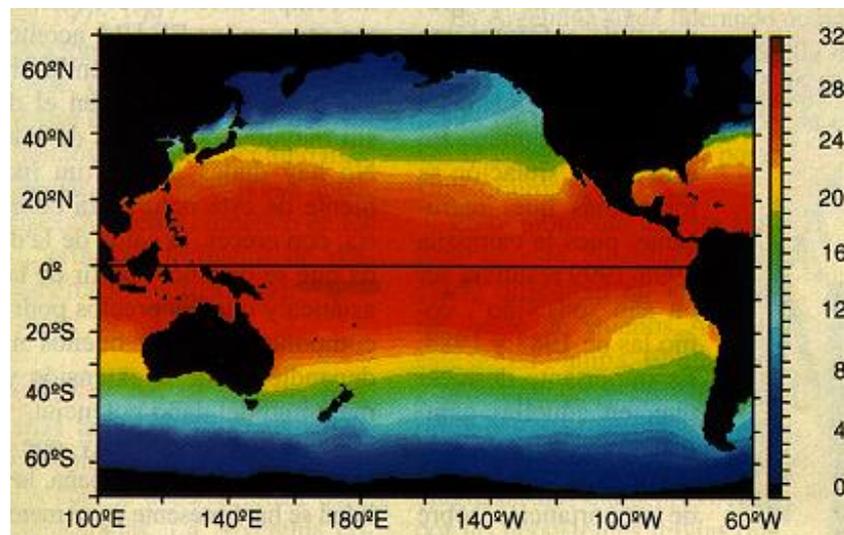


Figura 16. Evento El Niño de diciembre de 1997

Paralelamente, en el otro extremo del Océano Pacífico se producen simultáneamente condiciones opuestas y hay sequías, pero ello no sólo debe analizarse durante la ocurrencia del fenómeno en sí sino que se ha probado que antes y después de su ocurrencia se pueden observar situaciones anómalas especiales, incluso en partes muy distantes del océano pacífico como Europa, África y hasta el sur de Asia.

Paralelamente, en el otro extremo del Océano Pacífico se producen simultáneamente condiciones opuestas y hay sequías, pero ello no sólo debe analizarse durante la ocurrencia del fenómeno en sí sino que se ha probado que antes y después de su ocurrencia se pueden observar situaciones anómalas especiales, incluso en partes muy distantes del océano pacífico como Europa, África y hasta el sur de Asia.

Ropelewski y Halpert (1987) y Díaz y Kiladis (1992), describen considerando el tema en forma general, que cuando se trata de un evento El Niño, se puede señalar que además del incremento de lluvias en Ecuador y Perú, se producen habitualmente precipitaciones superiores a lo normal en el centro-este de Argentina, Uruguay y Sur de Brasil, desde el Invierno (Junio-Julio-Agosto) del año 0 (cero o de ocurrencia de El Niño), hasta el verano del año + 1(año siguiente). Algo similar ocurre en el centro y este de América del Norte. Mientras tanto en el Amazonas hay precipitaciones inferiores a la media, desde julio del año 0 hasta marzo del año +1.

En Australia ocurren sequías. En el Pacífico Central, hay disminución de precipitaciones. En la India afectan al Monzón con disminución de lluvias en el norte y aumento en el sur. En África ecuatorial hay lluvias sobre la media desde Octubre del año 0 a abril del año + 1. En el sureste de África, ocurren sequías desde noviembre del año 0 a Mayo del año + 1.

Situaciones aproximadamente opuestas se producen cuando se trata de un evento La Niña, y las zonas geográficas de influencia pueden variar en extensión o con desplazamientos en alguna dirección geográfica, pero de forma bastante similar.

Recientemente hay dos investigaciones importantes sobre el efecto de El Niño-La Niña, para la zona templada de Sudamérica. Quintana (2000) muestra el efecto de La Niña en el Centro y Sur de Chile, con una notable disminución de las precipitaciones entre La Serena y Puerto Montt y un aumento en Punta Arenas. Codromaz de Rojas (2000), utilizando el PI (Índice de normalidad o anormalidad de precipitación definido por Xavier y Xavier (1987), las detecta, para Entre Ríos, Argentina, en que asociado con La Niña hubo sequías severas.

En nuestro país, el fenómeno afecta en forma diferenciada, y hay que analizarlo en el espacio y el tiempo, pues los efectos varían según la región.

En la provincia de Mendoza, hacia donde se refiere este estudio, cuando se produce El Niño, es habitual (aunque no siempre) que las precipitaciones se manifiesten por encima de lo normal. Esto queda evidenciado en la serie de Chacras de Coria (1959-2001), donde se observa un incremento de la precipitación estacional y anual que supera en hasta tres veces la media de la localidad, con los máximos valores absolutos de precipitación ocurridos en 1984, luego de un evento El Niño, con 627,2 mm. Algo similar parece ocurrir para las series más largas en el tiempo, como Ñacuñan.

Por el contrario, en casos de ocurrencia de La Niña, los valores de precipitación son habitualmente menores a la media, ya de por sí baja, registrándose para Chacras de Coria un valor anual mínimo absoluto de 67,7 mm, en 1969.

Tanto en el caso de los Eventos El Niño, como en el de los eventos La Niña, hay un desplazamiento variable del momento del máximo valor de la precipitación respecto del valor del Índice de ATSM (Niño), o entre el índice y el valor mínimo de la Precipitación (Niña).

Si se analiza los valores máximo y mínimo, puede apreciarse que la relación entre ellos alcanza a un valor de 9,3 (la máxima es casi 10 veces mayor que la mínima) situación que se repite con magnitudes parecidas en otras zonas áridas.

Sin embargo, el comportamiento no es el mismo en el centro del país y en el Litoral, los períodos de Niño o Cálidos, pueden afectar provocando en algunas zonas, una disminución de las precipitaciones, y en casos de Niña, lluvias por sobre lo normal.

De todas maneras, según Díaz y Kiladis (1992), hay resultados de análisis efectuados respecto de las teleconexiones que comparan zonas de alta sensibilidad al efecto de El Niño como Sur de EE.UU y Norte de México, por ejemplo, África, en la cuenca del Nilo, (medido en la variación de su caudal por el nivel de sus aguas), o Australia, donde estadísticamente se puede explicar que ENSO es responsable de una parte muy importante de la variabilidad de las precipitaciones, y otras zonas que se definen como de menor sensibilidad, con resultados que indicarían que ENSO explicaría sólo parte de los casos (en algunos, en particular menos sensibles, aproximadamente el 20 % de la variabilidad), y se evidencia que son afectadas también por algunos otros factores, (Quinn en al, 1987, Quinn, 1992, Díaz y Pulwarthy 1992). Entre ellas se encuentra la parte Sur de Sudamérica, donde sería en alguna manera más evidente su relación, o más fácil de demostrarlo, en casos de El Niño intensos, y no tan claro en casos leves a moderados, por lo que se lo evalúa en particular para la zona de Mendoza.

En este estudio se elaboró y graficó la información disponible de Índice de Oscilación del Sur (SOI) y de la Anomalía de Temperatura Superior de Mar (ATSM), en este caso para Niño 4.

Para ello se tomó en cuenta la serie de IOS (1888-2001) publicada por el Australian Weather Service,(AWS) y de ATSM Niño 4 (1950-2000) recopilada y difundida por SENAMHI Perú, a partir de información de NOAA y diversos organismos.

Se establecieron en forma analítica y gráfica, los eventos El Niño o La Niña ocurridos durante la totalidad de las series de datos coincidentes de Chacras de Coria y de Ñacuñan (1959-2001) que figuran en el Anexo, y desde luego, los del período 1982-2001.

Sobre la base de la estadística disponible sobre los episodios El Niño, La Niña o Neutros registrados durante el último siglo, se ha realizado la comparación de la variación

de los índices PDSI y PSI para el total de las series de datos de las estaciones de las que se dispone de las series más largas de precipitación, Chacras de Coria (1959/2001), y Ñacuñan (1919/2001).

Se realizó un análisis gráfico-analítico comparativo de la variación o Anomalía de Temperatura de la Superficie del Mar (ATSM N4), y del Índice de Oscilación del Sur, (IOS). Se establece el alcance temporal de los períodos de incidencia de los fenómenos El Niño y La Niña (o No Niño), y su intensidad, para luego superponerlo con la variación de los Índices PDSI y PSI para el mismo período.

Se analizó el grado de coincidencia y/o asociación de los períodos húmedos y/o de sequías importantes para establecer en qué manera están condicionados con la manifestación de los períodos de valores significativos de ATSM N4 o IOS.