

## CONDICIONES METEOROLÓGICAS A NIVEL GLOBAL Y LOCAL, CAMBIO CLIMÁTICO Y "EL NIÑO 1997-98"

### METEOROLOGICAL CONDITIONS TO GLOBAL AND LOCAL LEVEL, CLIMATE CHANGE AND "EL NIÑO 1997-98"

Ena Jaimes\*

---

#### RESUMEN

El evento "El Niño 1997-98" mostró una evolución rápida y de gran intensidad, resultando uno de los más fuertes ocurridos sobre el Pacífico Ecuatorial Central y Oriental en los últimos 150 años.

En la costa peruana el calentamiento del agua de mar inducido por "El Niño 1997-98" empezó en marzo de 1997, con la incursión de aguas subtropicales y ecuatoriales. Las condiciones atmosféricas y oceánicas a macroescala se mantuvieron y alcanzaron su máxima intensidad en noviembre y diciembre de 1997. La Zona de Convergencia Intertropical estuvo desplazada al sur de su posición normal, en gran parte del año 1997.

"El Niño" afectó el clima del país desde inicios del otoño de 1997. El invierno resultó uno de los más cálidos de la historia peruana, con anomalías que alcanzaron hasta los 6°C en la costa central. Asimismo, se registraron caídas de presión atmosférica en el Pacífico Oriental; lluvias que superaron significativamente sus promedios en la parte media y alta de la costa norte del Perú; y lluvias normales o ligeramente deficientes en la sierra, particularmente en el sur del país.

**Palabras claves:** Océano Pacífico Oriental, atmósfera, El Niño, cambio climático.

#### ABSTRACT

"El Niño 1997-98" event showed both a rapid and intense evolution, developing as one of the strongest on both central and eastern equatorial Pacific of the last 150 years.

The seawater warming induced by "El Niño 1997-98" in Peruvian coast began in March 1997, with incursion of both subtropical and equatorial water. The atmospheric and oceanic conditions to macroscale kept and reached their maximum intensity in November and December 1997. The Intertropical Convergence Zone was displaced southward major part of 1997.

"El Niño" affected the country weather since the beginning of autumn 1997. That winter was one of the warmest of Peruvian history, with anomalies that get to 6°C in central coast. Likewise, atmospheric pressure drops were recorded in eastern Pacific; rain that overcome the average in both middle and high north Peruvian coast significantly; and normal and slight deficient rain in Highland, particularly in the south of the country.

**Key words:** Eastern Pacific Ocean, atmosphere, El Niño, climate change.

---

#### INTRODUCCIÓN

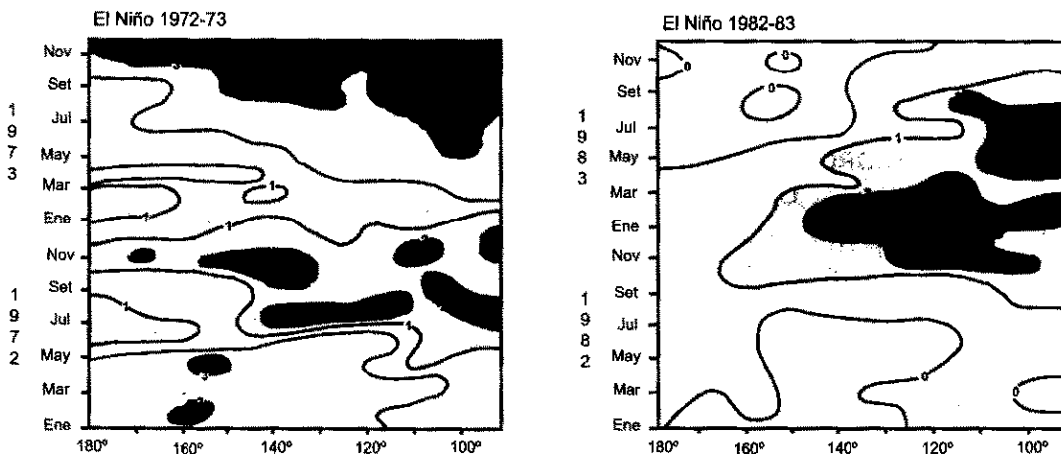
"El Niño" (EN) se refiere a la corriente cálida que fluye hacia el sur, a lo largo de las costas de Ecuador y Perú de enero a marzo. En la actualidad, se denomina "El Niño" a aquellos eventos interanuales, cuando aguas

superficiales cálidas anómalas cubren no sólo la zona costera de Sudamérica, sino también la mayor parte del Océano Pacífico Tropical hasta la Línea de Cambio de Fecha (180° LW).

Estudios durante la última mitad del siglo (Wyrski, 1982; Philander y Rasmusson, 1985) han revelado que una de las fluctuaciones del clima a gran escala denominada la Oscilación

---

\* Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología



**Figura 1.** Anomalía de la temperatura superficial del agua de mar en el Pacífico Tropical (5°LN - 5°LS) (Fuente: <http://www.noaa.gov/>).

Sur - Presión atmosférica alta, sobre el Océano Pacífico y presiones bajas en el Océano Índico desde África hasta Australia está asociada con las variaciones interanuales de la temperatura superficial del mar en la región, por lo que ahora al fenómeno se le conoce como “El Niño Oscilación Sur” (ENOS).

Generalmente, antes del excepcional “El Niño 1982-83” en los típicos eventos “El Niño”, el calentamiento anómalo de la temperatura superficial del mar (TSM) empezaba en las costas del Perú y Ecuador (áreas de aguas frías) extendiéndose hacia el oeste. Caso de los eventos “El Niño”: 1957, 1965, 1968, 1972, 1976, y “El Niño 1997-98” (Figs. 1 y 2).

“El Niño 1982-83”, rompió el esquema del típico EN, el incremento de la temperatura del agua de mar comenzó en el Pacífico Ecuatorial Central (área donde el agua de mar es más cálida) desplazándose hacia las costas de Perú y Ecuador (Fig. 1).

El calentamiento anómalo durante “El Niño 1997-98” fue observado desde mediados de la primavera de 1996, ingresando hacia la costa peruana, en enero 1997, aguas oceánicas subtropicales, de sur a norte. De marzo a agosto, el mar peruano fue afectado por el

avance de aguas ecuatoriales, fortaleciendo las condiciones del episodio ENOS. Este comportamiento ocasionó que el invierno de 1997 fuera el más cálido de la historia peruana.

En los últimos años ha habido muchos avances en el entendimiento de EN, sin embargo quedan aún dudas en cuanto a la interacción océano-atmósfera. El presente trabajo trata de resumir los cambios inducidos por “El Niño 1997-98” a nivel local y global, en base a información satelital de la NOAA y los registros de las estaciones meteorológicas de SENAEMI, distribuidas en el territorio nacional.

**PANORAMA A MACRO ESCALA**

**La componente oceanográfica**

Desde mediados de 1995 hasta los dos primeros meses del año 1997, en el Pacífico Ecuatorial, especialmente frente a la costa norte del Perú, se mantuvo aún la presencia de aguas frías, como producto del evento frío 1995-96 (Fig. 2).

En marzo de 1997, la temperatura superficial del mar, se incrementó en el Pacífico Ecuatorial, debido a la incursión de aguas ecuatoriales, presentando anomalías

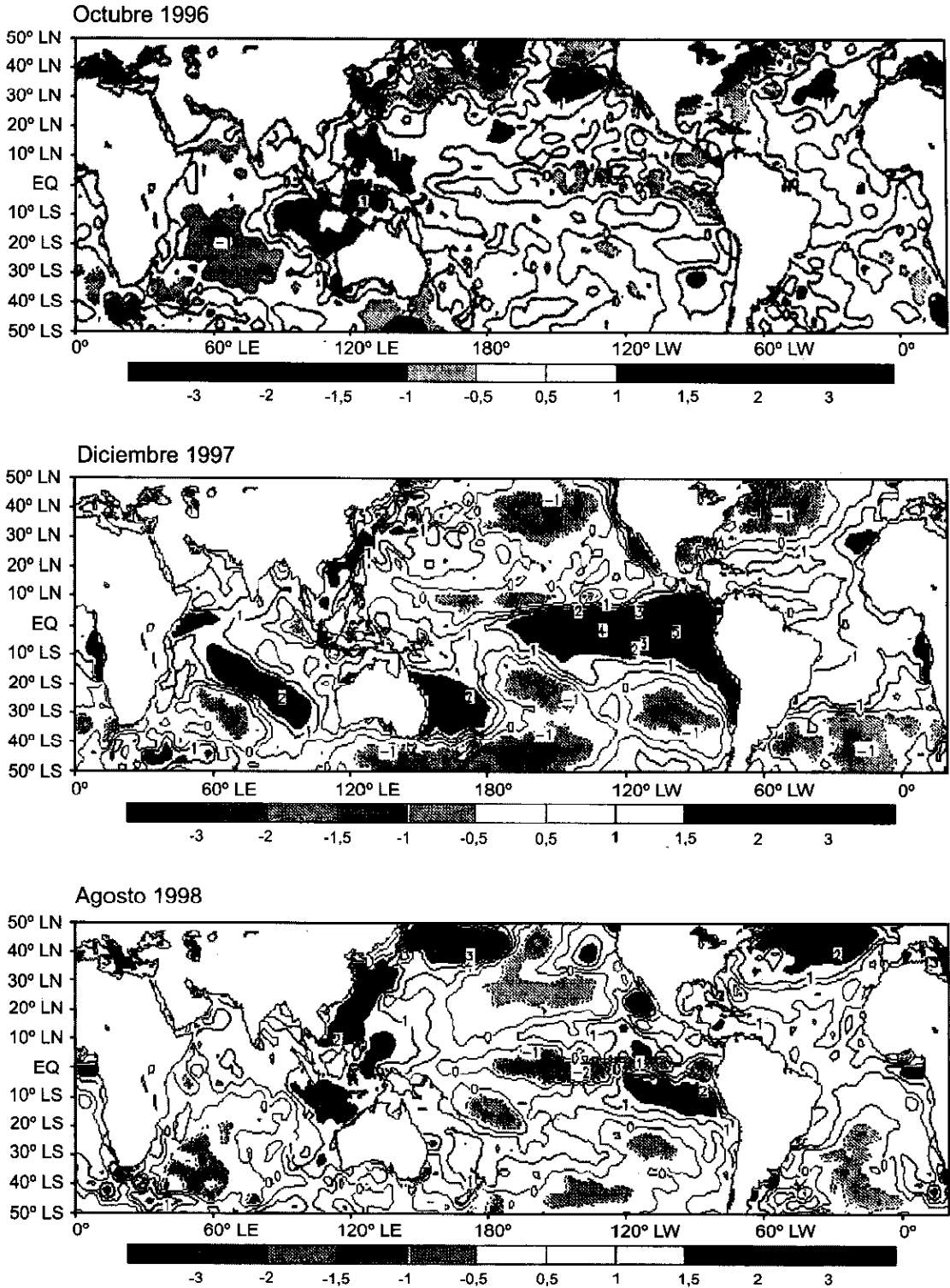


Figura 2. Anomalia de la temperatura superficial del agua de mar (Fuente: <http://www.noaa.gov>).

positivas de 2°C entre la costa sudamericana y las Islas Galápagos, como producto de la onda oceánica Kelvin (gestada en diciembre de 1996) a consecuencia de la presencia de vientos del oeste en el Pacífico Occidental, aunque en el Pacífico Central y Oriental, aún se observaba vientos fuertes del este.

Durante noviembre y diciembre de 1997, después de un receso temporal, por la variación estacional de la primavera, la TSM se incrementó nuevamente, registrándose en diciembre, las más altas temperaturas sobre el mar, con anomalías positivas hasta de 5°C sobre el Pacífico Ecuatorial Central y Oriental (Fig. 2).

Desde comienzos del otoño de 1998, la TSM continuó presentando anomalías positivas de 3°C, pero cubriendo menor área y disminuyó rápidamente de mayo a junio.

### La componente atmosférica

La presencia de aguas cálidas, sobre el Pacífico Ecuatorial, es precedida por un debilitamiento del Anticiclón del Pacífico Sur, por lo que se manifiesta una disminución de la presión atmosférica en el Pacífico Oriental (evaluada en Tahití) y un aumento de las presiones sobre el Pacífico Occidental evaluada sobre Darwin.

El Índice de Oscilación Sur (IOS), índice relativo, que resulta de la diferencia de presiones entre el Pacífico Oriental (Tahití) y Occidental (Darwin) en su fase negativa, indica la presencia del evento cálido EN y en su fase positiva el evento frío (conocido como “La Niña”, “El Viejo” o “El Antiniño”).

Durante “El Niño 1997-98”, el IOS presentó su fase negativa, hasta mayo de 1998, presentando su máximo valor absoluto de 3,2°C en enero de 1998, como producto de las presiones bajas sobre el Pacífico Oriental (Fig. 1).

De mayo a la fecha, el IOS pasó a la fase positiva presentando en junio el valor de 0,6°C.

Los vientos ecuatoriales del este (nivel de

850 hPa), en marzo, agosto y octubre de 1997, fueron más débiles que lo normal, colapsando algunas veces por completo, dominando vientos de componente oeste sobre el Pacífico Occidental con velocidades que alcanzaron hasta  $8 \text{ m} \times \text{s}^{-1}$ , condiciones que favorecieron la formación de un tren de ondas Kelvin, ingresando en noviembre de 1997.

A partir del verano austral 1998, se observó una intensificación de los vientos ecuatoriales en el Pacífico Occidental y Central, mientras que en la parte Oriental (frente a la costa de Sudamérica) aún persisten vientos de componente oeste.

El índice de radiación de onda larga (ROL), nos indica el grado de cobertura nubosa, donde los valores negativos indican presencia de nubes que pueden causar lluvias y valores positivos indican ausencia de nubosidad (cielo despejado).

Este comportamiento evalúa la actividad convectiva, donde el índice negativo se presenta, generalmente, durante eventos EN, y positivo, para el evento de la fase fría (La Niña). En “El Niño 1997-98” las anomalías negativas fueron registradas a partir de marzo de 1997 presentando en mayo y octubre los más bajos valores: -1,7 y -2,5  $\text{watt} \times \text{m}^2$ , respectivamente. En los meses siguientes el índice del ROL tendió hacia una disminución.

### COMPORTAMIENTO DE LAS PRINCIPALES VARIABLES METEOROLÓGICAS EN EL PERÚ

El fenómeno “El Niño 1997-98” alteró significativamente el comportamiento de las principales variables meteorológicas, la temperatura mínima del aire, presión atmosférica y las precipitaciones.

#### Anomalía de temperatura mínima

A partir de mayo de 1997, la temperatura mínima del aire comenzó a presentar anomalías positivas, registrándose en invierno anomalías significativas que alcanzaron hasta

6,5°C, especialmente desde Chiclayo hasta el norte chico de Lima (Fig. 3). Debido al receso temporal de la estación de primavera, las anomalías permanecieron hasta noviembre. El incremento significativo en el verano de 1998, presentó las más altas anomalías en diciembre y enero, alcanzando hasta 8°C, especialmente desde Trujillo hasta el norte chico de Lima. Desde marzo de 1998, las anomalías positivas en gran parte de la costa, especialmente en el norte, tendieron a tomar valores menores a las registradas en los meses anteriores.

de agosto a setiembre de 1997 y de diciembre de 1997 a enero de 1998 sobre Chimbote. En febrero y marzo de 1998 éstas tienden a disminuir.

Las altas anomalías negativas de la presión atmosférica y el alto contenido de humedad en la atmósfera contribuyeron a la sensación térmica de “bochorno” durante el verano de 1998.

### Anomalías de las precipitaciones

Como era de esperar, debido a la intensificación de algunos sistemas atmosféricos, como la presencia de otros en respuesta a la presencia de “El Niño 1997-98”, las precipitaciones se incrementaron significativamente en gran parte de la costa peruana, especialmente en la zona norte.

Las precipitaciones se presentaron

### Anomalía de la presión alta

Mientras que las anomalías de la presión atmosférica en la costa norte y central del Perú, a partir de julio de 1997, se observa en forma generalizada anomalías negativas en gran parte de la costa, las máximas anomalías se registran

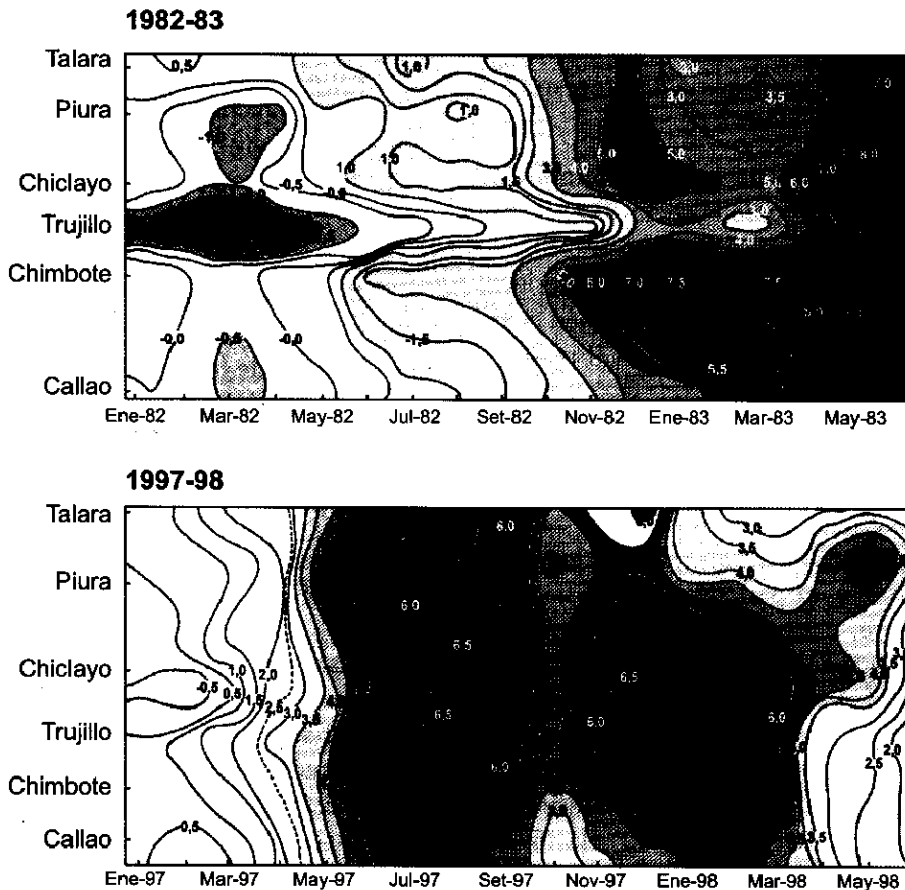


Figura 3. Anomalía de la temperatura mínima (Fuente: <http://www.noaa.gov/>).

significativamente superiores con excesos que superaron inclusive el período (setiembre-abril) de “El Niño 1982-83” (Fig. 4).

En el departamento de Tumbes, las precipitaciones fueron más frecuentes a partir de noviembre de 1997, incrementándose en febrero. Las lluvias más intensas ocurrieron en la estación de Tumbes donde acumuló 701,4 mm que representa una anomalía de 1945% (Fig. 4).

Sobre el departamento de Piura, las más altas precipitaciones fueron en aumento a partir de diciembre de 1997, presentándose con mayor intensidad en enero de 1998 (Fig. 4). Las lluvias, sobre la parte baja y media totalizaron cantidades muy superiores a sus patrones normales, inclusive superiores a lo registrado en el período (setiembre-abril) durante “El Niño 1982-83”.

En las partes altas, las precipitaciones fueron ligeramente superiores a sus promedios normales, pero menores a las registradas durante “El Niño 1982-83”.

Las cantidades de las precipitaciones ocurridas en el resto de la costa norte fueron menores, pero altamente significativas debido a que registraron cantidades muy superiores respecto a la normal como también a las registradas en “El Niño 1982-83” (Fig. 4).

### **Precipitaciones sobre el Altiplano**

Generalmente, el período lluvioso en la sierra del Perú se inicia en setiembre y culmina en abril del siguiente año. Con relación al fenómeno EN, el período lluvioso tiende a adelantarse, inclusive con intensidades superiores a la normal, para luego disminuir o colapsar en presencia de EN (SENAMHI/DGA/1997), independiente de la intensidad del evento. Durante “El Niño 1982-83” catalogado de extraordinario, las sequías fueron severas; “El Niño 1991-92” clasificado de moderado, se prolongó casi hasta 1993, y presentó por un período mucho más

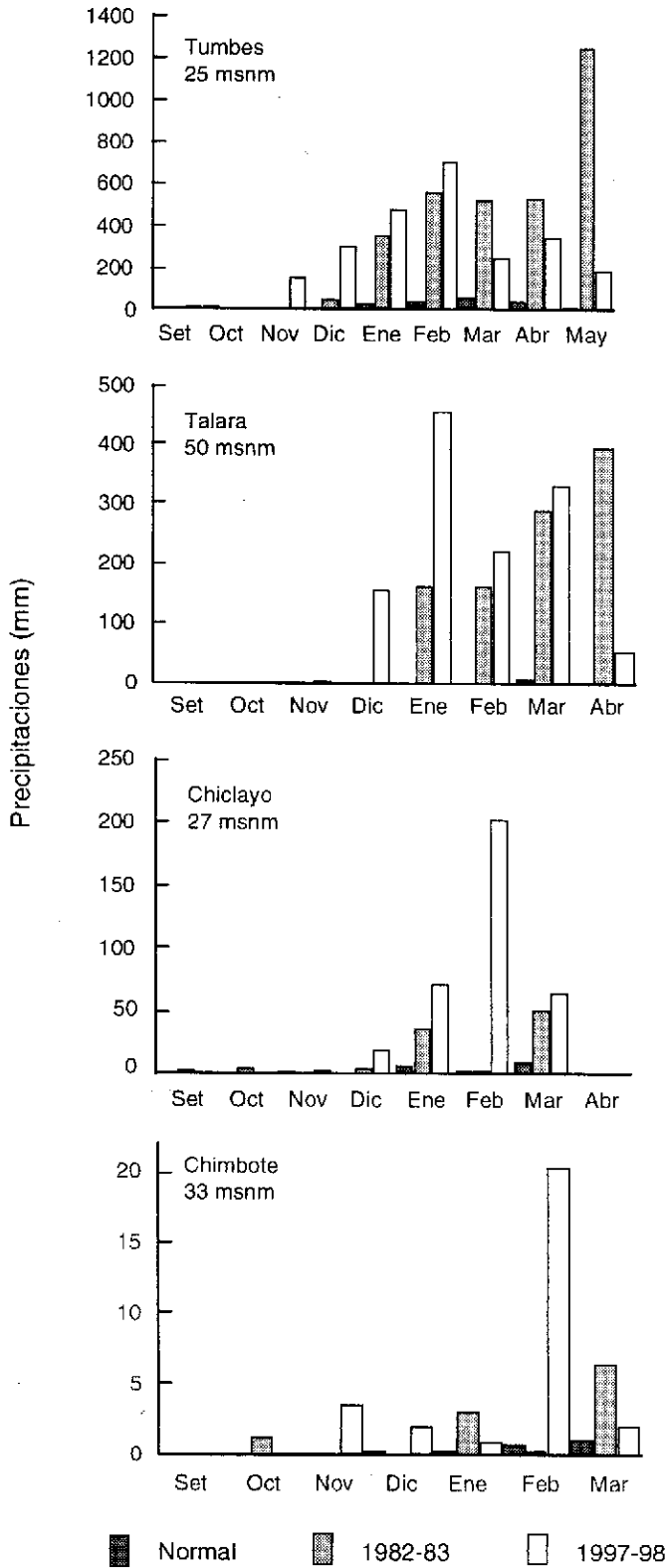
prolongado sequías muy intensas.

En el último período 1997-98, los valores fueron cercanos a la normal con ligeros excesos en lugares localizados. Se esperaba una sequía, en la sierra sur (Altiplano), pero sólo se manifestó con ligeras deficiencias en algunas zonas del Altiplano.

Las precipitaciones tendieron a disminuir en forma paulatina a partir de marzo de 1998, tanto en la cuenca media como en la parte alta de la sierra sur.

### **CONCLUSIONES**

- “El Niño 1997-98”, fue atípico ya que salió de los patrones atmosféricos y oceánicos establecidos, produciendo un comportamiento climático muy variado no observado en otros eventos EN, tanto en espacio como en tiempo.
- “El Niño 1997-98”, evolucionó rápidamente desde marzo de 1997. Meses anteriores, la situación observada en el Pacífico Ecuatorial mostraron la presencia aún de la fase fría “La Niña 1995-96”, iniciada en octubre de 1995.
- En diciembre de 1997, la presencia de las máximas anomalías positivas de la temperatura superficial del mar, el colapso de los vientos ecuatoriales del este (Alisios), la formación definida del Par Anticiclónico (200 hPa) y la intensa actividad convectiva, sobre el Pacífico Tropical, indicaban que “El Niño 1997-98” había alcanzado su máximo desarrollo.
- De enero a mayo de 1998, la disminución de las anomalías positivas de la temperatura superficial y subsuperficial del mar y el desencadenamiento de las intensas precipitaciones en la costa de Perú, en especial en el norte, muestran que “El Niño 1997-98” entró a su fase de declinación (fase más crítica, fase de



**Figura 4.** Precipitaciones durante el período lluvioso 1982-83 y 1997-98.

liberación de la energía acumulada hasta su disipación).

Las intensas lluvias, causadas por el evento, se registraron de enero a marzo de 1998, en especial en las partes bajas y medias en los departamentos de Tumbes, Piura, Chiclayo, Trujillo y Chimbote, superando, inclusive, a las registradas en diciembre de 1982 y enero-abril de 1983.

Para la sierra peruana, el período lluvioso setiembre 97 - abril 98, presentó valores cercanos a la normal, con ligeros excesos en lugares localizados, manifestándose para la Sierra sur ligeras deficiencias en algunas zonas del Altiplano.

## RECOMENDACIONES

El fenómeno EN es un evento natural-cíclico, para los investigadores del clima es

una condición más de trabajo, para la población peruana es una manifestación en forma variada del clima, por lo que es importante aprender a convivir con EN y estar preparados para aminorar los impactos negativos y aprovechar los positivos.

Gracias a la tecnología, a los avances científicos y a la cantidad de estaciones meteorológicas instaladas a nivel nacional e internacional, que proporcionan información de buena calidad, es necesario aprovecharlos y así adelantarse a los hechos y atenuar posibles daños, a la par que se contribuye con los avances científicos.

## LITERATURA CITADA

- Philander, S.G.H. & E.M. Rasmusson. 1985. The Southern Oscillation and El Niño. *Adv. Geophys.* 28A: 197-215.
- Wyrtki, K. 1982. The Southern Oscillation, ocean-atmosphere interaction and El Niño. *Mar. Technol. Soc. J.* 16: 3-10.