

REGISTROS DEL FENÓMENO EL NIÑO EN EL PERÚ

José Macharé*, Luc Ortlieb**

Resumen

El Niño es un fenómeno característico de la variabilidad climática interanual en el Perú. A la par con los estudios de monitoreo y modelaje de los parámetros oceano atmosféricos actuales, la comprensión de este fenómeno requiere una reconstrucción detallada de sus ocurrencias en el pasado. En el Perú, tales eventos han sido registrados en diferentes archivos paleoclimáticos cuyas características: extensión, fiabilidad y resolución son aquí analizados.

Condiciones climáticas semejantes a las de El Niño parecen haberse presentado en la costa peruana ya desde el último interglacial. Pero recién desde hace unos 4,500 años, se tiene la certeza de la ocurrencia de estos eventos con efectos similares a los que se conocen en la actualidad. Archivos naturales como depósitos de inundación y secuencias de cordones litorales, apoyados por dataciones Carbono 14, han permitido establecer un registro con unos ocho eventos mayores -que algunos autores llaman Super-ENSO- hasta unos 400 años atrás. La Arqueología y la Etnohistoria brindan datos cuya correlación cruzada permite reforzar la certeza sobre ciertos eventos. A partir del S. XVI, los archivos históricos suministran excelentes datos para la reconstrucción de las ocurrencias de El Niño hasta principios del S. XX; el nivel de detección para eventos moderados y débiles aumenta notablemente hacia los siglos recientes. La disponibilidad de registros instrumentales en el presente siglo permite mejorar la resolución temporal y su intensidad pero también dificulta la distinción de los eventos de menor intensidad (moderados, débiles) de las oscilaciones climáticas «normales» y cuando se presenta un evento contrario o «Anti-Niño».

Palabras claves: *El Niño, Paleo-Niño, registros, Pleistoceno, Holoceno, Perú.*

ENREGISTREMENTS DU PHÉNOMÈNE EL NIÑO AU PÉROU

Résumé

El Niño est un phénomène typique de la variabilité climatique interannuelle au Pérou. Au même titre que la détection et la modélisation des paramètres océano-atmosphériques actuels, la compréhension de ce phénomène nécessite une reconstruction détaillée de son histoire passée. Au Pérou, les événements d'El Niño ont été enregistrés dans des archives paléoclimatiques de divers types dont les caractéristiques, telles que durée, fiabilité et résolution seront analysées ici.

Des conditions climatiques proches de celles d'El Niño semblent s'être présentées sur la côte péruvienne déjà depuis le dernier interglaciaire. Mais c'est depuis 4,500 ans que se sont répétés des événements dont les effets sont similaires à ceux des El Niño actuels. Des archives naturelles telles que des dépôts d'inondation et des séquences de cordons littoraux, datés par carbone-14, ont permis d'établir la chronologie de quelques huit grands événements -appelés Super-ENSO par certains auteurs- jusqu'à il y a 400 ans. L'Archéologie et l'Ethno-histoire offrent des données dont la corrélation croisée permet de renforcer la certitude de certains événements. À partir du 16ème siècle, les archives historiques

* Instituto Geofísico del Perú & Institut Français d'Études Andines. Apartado 3747, Lima 100, Perú.

** ORSTOM & Facultad de Recursos del Mar, Universidad de Antofagasta. Casilla 170, Antofagasta, Chile.

fournissent des précieuses données pour la reconstruction de la succession des événements El Niño jusqu'au début du 20ème siècle; on constate une amélioration du niveau de détection vers les dates récentes. La disponibilité d'enregistrements instrumentaux pendant le siècle actuel a permis une amélioration de la résolution dans le temps et de l'intensité mais elle a rendu difficile la distinction d'événements de moindre intensité (faibles ou modérés) des oscillations climatiques «normales» et des épisodes dits anti-Niño.

Mots clés : *El Niño, Paléo-Niño, paléoclimat, Pleistocène, Holocène, Pérou,*

RECORDS OF EL NIÑO EVENTS IN PERU

Abstract

El Niño phenomenon characterizes the interannual climatic variability in Peru. Together with monitoring and modelling of the present-day ocean-atmospheric parameters, the overall understanding of El Niño requires a detailed reconstruction of its past occurrences. In Peru, such events have been recorded in different paleoclimatic archives, the main characteristics of which (length, reliability and resolution) are reviewed hereafter.

Climatic conditions close to those of El Niño seem to have occurred in the Peruvian coast during the last interglacial. But it is only around in the course of the last 4,500 years that events with similar effects than those of El Niño were clearly identified. Natural archives like flood deposits and beach-ridge sequences, supported by C14 dating, registered some eight major events -called Super-ENSO by some authors- up to about 400 years ago. Archaeology and Ethnohistory offer data that after cross-correlation reinforce the confidence degree on some former events. Since the 16th century, historical archives supply high quality data to reconstruct El Niño occurrences up to early 20th century; with a detection level that increases toward the younger dates. During the present century, the availability of instrumental records has allowed to get a better time accuracy and intensity but, at the same time, it complicates the distinction between low intensity events (moderate, weak) from the «normal» climatic fluctuations and of anti-El Niño conditions.

Key words: *El Niño, Paleo-Niño, Paleoclimate, Pleistocene, Holocene, Peru.*

1. INTRODUCCIÓN

1.1. La variabilidad paleoclimática en el Perú y el fenómeno El Niño en el pasado

La variabilidad interanual del clima actual del occidente sudamericano está intrínsecamente asociada al fenómeno El Niño. No se intentará, en esta introducción, presentar las generalidades ni los detalles de El Niño que han sido tratados ampliamente en la literatura sobre tal fenómeno (Enfield, 1987; Philander, 1989; Ortlieb, 1991). Sin embargo, recordemos que El Niño históricamente ha sido asociado con un impacto local de un fenómeno más complejo conocido como ENSO (El Niño/Southern Oscillation). Estudios recientes indican que El Niño es la componente oceanográfica de ENSO, cuyos procesos de interacción océano-atmosférica tienen lugar en el Océano Pacífico tropical, pero con impactos notorios a nivel global.

Muchos estudios sobre el Cuaternario en el Perú se han interesado en distintos aspectos paleoclimáticos tales como los periodos glaciares andinos (Clapperton, 1972 y 1983; Bonnot, 1982; Seltzer, 1990; Wright, 1983; 1984; Rodbell, 1992), la desertificación de la costa (Dollfus, 1965; Engel, 1981; Usselman, 1989; Petersen, 1980) o las modificaciones forestales de la Amazonia (Salo *et al.*, 1986), pero existe en ellos poco énfasis en la ocurrencia de El Niño. Algunos trabajos arqueológicos del norte peruano mencionan eventos climáticos lluviosos ocurridos en diferentes épocas, y que fueron relacionados con efectos del citado fenómeno (Nials *et al.*, 1979; Moseley *et al.*, 1981). Sólo luego del evento extraordinariamente fuerte del fenómeno El Niño de 1982-1983, varios investigadores, en distintas partes del mundo, han

enfocado su atención en tratar de identificar evidencias de la ocurrencia de El Niño en el pasado. Esto ha dado lugar a una amplia literatura y a dos recientes reuniones científicas destinadas a comparar datos de distintas fuentes: «Paleoclimatic aspects of ENSO phenomenon», Boulder-USA, 1990, y «Former ENSO phenomena in western South America: Records of El Niño events», Lima-Perú, 1992. Los trabajos presentados en dichas reuniones trataron de diversas regiones como Australia, las costas este y oeste de Norteamérica y varias regiones de América del Sur. En el Perú, en particular, múltiples archivos han sido evaluados a fin de obtener datos acerca de la periodicidad de las modificaciones climáticas que se interpretan asociadas al fenómeno El Niño y también acerca de la variabilidad de la intensidad de tales ocurrencias.

1. 2. Los tipos de archivos paleoclimáticos utilizados

Un primer grupo lo conforman los archivos paleoclimáticos que están asociados con la presencia del hombre, sea porque él los confeccionó, o porque ellos registran actitudes u obras humanas afectadas por El Niño. A esta categoría pertenecen los archivos instrumentales, los históricos y los arqueológicos.

Por otro lado existen archivos naturales, que son entes biológicos y geológicos cuyas modificaciones testimonian efectos de los cambios oceánicos y climáticos propios de El Niño. En este grupo se inscriben: las faunas marinas y terrestres; los anillos de crecimiento de árboles; los sedimentos marinos, litorales, lacustres, glaciares, cólicos, y aluviales (huaycos); los casquetes de hielo y las formaciones de suelos.

En este trabajo se presenta un análisis de las características de los distintos archivos en que se puede haber registrado ocurrencias pasadas del fenómeno El Niño. Esta revisión incluye la sensibilidad y el período de cada registro ante el fenómeno ocurrido en el Perú así como la resolución del método empleado y las perspectivas de desarrollo futuro.

2. LOS REGISTROS INSTRUMENTALES

Los archivos guardan datos de parámetros físicos de la atmósfera y el océano, como presión, temperatura, y precipitación, entre otros, que son medidos con equipos adecuados y registrados y procesados con rigor técnico. Estos datos pueden ser utilizados de manera directa y realizar un análisis objetivo de frecuencia e intensidad de un fenómeno como El Niño. En el Perú, estos archivos se conservan en instituciones como el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), el Instituto del Mar (IMARPE), la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina (DHNM).

Puesto que la definición formal de El Niño está basada en las anomalías de temperatura superficial del mar (TSM) observadas en ciertas estaciones de la costa peruana (Scor, 1983), tomemos el registro de una de ellas: Chicama (7°42'S, 49°27'W). Del examen de 66 años de la TSM medida en la estación oceanográfica de Chicama (Quispe, 1992) se observa que las anomalías más grandes, que deben corresponder a ocurrencias del fenómeno El Niño, se dan en los años 25, 41, 57, 65, 72, 76, 82-83 y 87. El registro de la TSM de Chicama concuerda con los reportes de testigos oculares y de daños en que los eventos de los años 25 y 82-83 fueron los más intensos y calificables, en una escala relativa, como Muy Fuertes (MF). Los otros seis eventos fueron Fuertes (F) y un grupo adicional de seis eventos (30, 43, 48, 51, 53 y 69) pueden considerarse como Moderados (M).

Otra expresión de El Niño, esta vez en la atmósfera, es la ocurrencia de intensas lluvias en la costa norte del Perú. Sin embargo, el registro de una estación pluviométrica dada puede estar influido grandemente por condiciones locales (ver Caviedes & Waylen, 1987). Por lo tanto, parece más adecuado adoptar la propuesta de Deser & Wallace (1987) y considerar la descarga de un río para integrar las precipitaciones de toda su cuenca. Estos autores tomaron las descargas del río Piura para compararlas con los datos de TSM de Chicama. En la figura 1 se han puesto en paralelo los eventos indicados por los tres parámetros físicos citados, un registro histórico (QNA) que se discutirá en la sección siguiente, y una propuesta de años «EL Niño» a partir de la integración de varios criterios (Caviedes & Waylen, 1987).

Esta figura muestra que la correlación entre las dos primeras columnas es bastante buena y se observa que muchas veces las lluvias se inician cuando la TSM ya ha alcanzado su máximo estacional. Algunas incongruencias se observan en los años 32 y 33 cuando hubo descargas importantes sin anomalías térmicas notables en el mar, y en los años 48 y 69 en que las elevadas temperaturas del mar no estuvieron asociadas a lluvias fuera de lo común. Asimismo, esta figura muestra que, en la estación de Casa Grande (río Chicama) se produjeron lluvias fuertes registradas en los años 35-36, 46 y 55 que no son considerados años «El Niño».

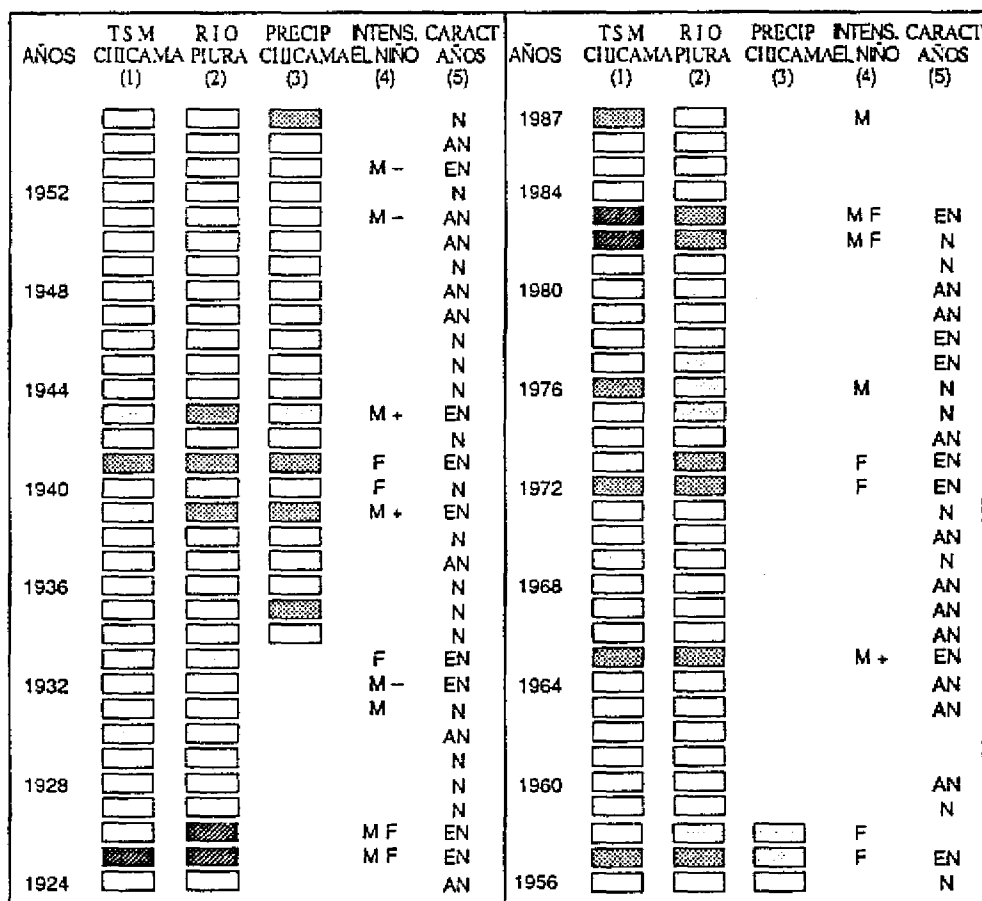
La falta de correlación clara de parámetros para ciertos años sustenta la dificultad que existe en identificar y/o calificar la intensidad de los eventos El Niño contemporáneos y ello es debido a que las manifestaciones del fenómeno varían espacialmente. Un evento puede ser fuerte si se observa en Piura (5°S, 81°W) y sólo moderado según su registro en Chicama (8°S, 79°W) o viceversa. Un evento puede también expresarse claramente en el océano sin tener efectos notables en la atmósfera y lo contrario. Evidentemente, estas dificultades son mayores cuando se trata de registros indirectos («proxy» o anecdóticos) para los eventos El Niño en el pasado.

3. LOS REGISTROS HISTÓRICOS

A partir del análisis de fuentes escritas o archivos históricos se han podido establecer registros históricos de las fluctuaciones climáticas en el Perú que estarían relacionadas con el fenómeno El Niño. Estos archivos cubren el período de los últimos 5 siglos, desde la llegada de los europeos y de la escritura. Si bien su resolución llega a ser diaria, por su naturaleza, los registros históricos son discontinuos y anecdóticos.

Sin olvidar el aporte de Hamilton & García (1986), el trabajo más conocido es aquel compilado por Quinn *et al.* (1987) y conocido como el registro QNA (de sus autores: Quinn, Neal y Antúnez de Mayolo). Éste ha sido a veces tomado como patrón indiscutido de las ocurrencias históricas de El Niño, pero recientemente ha sido revisado críticamente por Ortlieb & Hocquenghem (1991) y Hocquenghem & Ortlieb (1992a; 1992b) quienes precisaron que muchas de las supuestas ocurrencias no estaban muy sólidamente sustentadas y merecían su eliminación del registro, y por otro lado agregaron algunos eventos.

Así, las fuentes históricas indican que en el siglo XVI ocurrió un evento MF en 1578, dos eventos F en 1593 y 1596 y uno M en 1574. Para el siglo XVII solamente se reportan dos ocurrencias seguras de intensidad F en 1624 y 1686. En el siglo XVIII se presentó un evento MF en 1728 y cuatro calificados como F en 1701, 1720, 1747-1748 y 1791. Finalmente, para el siglo XIX ocurrió un evento MF en 1891, cuatro de intensidad F en 1828, 1871, 1877-1878 y 1884, y cuatro de intensidad M en 1803-1804, 1814, 1844-1845 y 1864.



- INTENSIDAD REL. DE ANOMALIAS
- Situación normal
- Anomalia de intensidad creciente
- Moderada Fuerte Muy fuerte
- (1) : Temperatura superficial del mar en Puerto Chicama (según Quispe, 1992)
- (2) : Descargas excepcionales del río Piura (según Deser & Wallace, 1987)
- (3) : Precipitación pluvial en el valle del río Chicama (según Caviades & Waylen, 1987)
- (4) : Clasificación de eventos El Niño, por intensidad: MF= muy fuerte, F= fuerte, M= moderado (los símbolos + y - indican modulaciones menores) (según Quinn et al., 1987).
- (5) : Caracterización de los años respecto al fenómeno El Niño: EN= Año El Niño, N= Año normal, AN= Año Anti-El Niño (según Caviades & Waylen, 1987).

Fig. 1 - Comparación de las manifestaciones oceanológicas e hidrológicas del fenómeno El Niño en la costa norte del Perú, según diferentes fuentes entre 1924 y 1987.

Del resumen de la tabla 1, es evidente, como ya lo notaron los autores citados, que existe una mejor «memoria» de los siglos más recientes que se pone en evidencia por la identificación de un mayor número de eventos y un aumento en el nivel de detección (reconocimiento de eventos de intensidad moderada). Se puede también notar la ocurrencia (con excepción del S. XVII) de un evento MF cada siglo en comparación con el actual en que ocurrieron dos: 1925 y 1982-1983. Los tres primeros de estos grandes eventos estuvieron

SIGLO	Muy Fuerte (1)	Δ Muy Fuerte (2)	Fuerte (3)	Δ Fuerte (4)	Moderado (5)	Δ Moderado (6)	Δ Eventos (7)
XIX	1891	163	1884	7	1864 1844 1814 1803	20 30 11	7
			1877	6			7
			1871				6
							7
				43			20
			1828				16
				37			14
							11
							12
							(44)
XVIII	1728	150	1791	44	Sin Datos		(19)
			1747	27			(8)
			1720	19			(19)
			1701	15			(15)
XVII			1686	62			(62)
			1624	28			(28)
XVI	1578		1596	3	1574		(3)
			1593				(15)
							(4)

Columnas 1, 3 y 5 : Años de eventos muy fuertes, fuertes y moderados.

Columnas 2, 4 y 6 : Intervalos en años entre eventos consecutivos de cada categoría.

Columna 7 : Intervalos en años entre eventos consecutivos de todas las categorías juntas.

Tabla 1 - Ocurrencias de El Niño en el período histórico (datos de Hocquenghem & Ortlieb, 1992a)

separados por lapsos largos de 150 y 163 años, mientras que los dos del presente siglo ocurrieron después de 34 y 57 años respectivamente. Del análisis estadístico del conjunto de datos de QNA, Enfield & Cid (1991) concluyen que el intervalo de recurrencia de El Niño es estacionario respecto a los cambios climáticos de largo plazo (ejemplo la Pequeña Edad Glaciar). Además, dichos autores muestran que los intervalos de recurrencia de los eventos fuertes son significativamente no estacionarios a la escala del siglo.

4. LOS REGISTROS ARQUEOLÓGICOS

Una extensión en el tiempo de los registros del fenómeno El Niño se ha obtenido aprovechando los datos de las excavaciones u observaciones arqueológicas. La «pre-historia» en el Perú se extiende desde inicios del Holoceno, así, el rango de utilidad de estos datos puede ir hasta los 10,000 años. La continuidad del registro está limitada por la continuidad de ocupación de sitios arqueológicos que es, a la escala del milenio, reducida. La precisión

cronológica está en función de los fechamientos radiocronológicos (C^{14} , termoluminiscencia) que se tengan en el sitio y de la calibración de referencias culturales (estilos artísticos, industriales o arquitectónicos, hábitos alimenticios). Por lo anterior, los datos arqueológicos parecen ser útiles para documentar eventos muy fuertes del fenómeno El Niño, tales que hayan producido notables cambios geomorfológicos y/o ambientales cuyo impacto afectó en alto grado el normal desarrollo de las sociedades de la región tratada.

La región más estudiada en este aspecto es la costa norte del Perú donde a) el conocimiento arqueológico está bastante desarrollado y b) los efectos del fenómeno El Niño son muy claros. Uno de los primeros trabajos en documentar estos acontecimientos es el de Nials *et al.* (1979). Estos autores ponen en evidencia el denominado «Chimu flood», enorme inundación ocurrida alrededor del año 1,100 d.C., cuyos depósitos son observables en la Qda. Río Seco y en el Río Moche, situados en las cercanías de la ciudad de Trujillo (8° S). Este evento puede coincidir con aquel «Nyamlap flood» descrito en Batán Grande (6°30'S) por Craig & Shimada (1986). Recientemente, Uceda & Canziani (1993) han descrito al menos cuatro eventos sucesivos de erosión por lluvias (con sedimentos asociados) que afectaron el Templo de la Luna en el valle del Río Moche. En este lugar, el último evento con cronología relativa cultural, y que habría causado el abandono definitivo del sitio, parece ubicarse alrededor del año 600 d.C. El mismo tipo de fenómeno recurrente podría haber afectado el Templo de Sipán en 4 ó 5 ocasiones en los primeros tres siglos de nuestra era (S. Alva, com pers., 1992).

En la región del Alto Piura, Kaulicke (1993) describe una serie de depósitos sedimentarios y alteraciones biogeomorfológicas que interpreta como producto de lluvias asociadas a El Niño. Aunque no puede datar con precisión los varios eventos menores, este autor propone la ocurrencia de al menos tres eventos importantes entre 250-300 d.C., 550-600 d.C. y antes de 1,400 d.C. fechados culturalmente en base a pocos datos radiocarbónicos.

Las posibles correlaciones y correspondencias entre estos eventos y aquellos identificados en otros registros serán tratados más adelante.

La interpretación de inundaciones por sobrecargas fluviales, tipo «huaycos» que pueden originar represamientos y formación de terrazas (fases lluviosas), o, al contrario, de sedimentos eólicos (fases secas), que afectan restos culturales en la costa central del Perú es mucho más delicada. Datos presentados por Ibáñez & Gómez (1990) y Martínez (1991) en la cuenca media del río Rímac (12°S), Paredes & Ramos (1992) en Pachacamac (12°28'S) y por Orefici (1990) y Grodzicki (1990, 1992) en Nazca (15°S) sobre la ocurrencia de lluvias torrenciales en la costa o en las cabeceras de ríos cortos tienen por ahora validez como indicadores de cambios locales. Ya que no se conocen bien, aún para los eventos actuales, las manifestaciones de El Niño en dichas zonas, parece prematuro tratar de identificar a este fenómeno en archivos de la costa central.

5. EL REGISTRO EN LOS HIELOS CONTINENTALES

Las capas de hielos polares son conocidos archivos de climas pasados, que se caracterizan por su alta resolución (1 a 10 años) y que pueden extenderse hasta casi 150,000 años atrás (Lorius *et al.*, 1985). Las fluctuaciones paleoclimáticas ocurridas en los Andes peruanos durante el último milenio, y registradas en el casquete de hielo Quelccaya (13°56'S, 70°50'W), vienen siendo estudiadas desde hace varios años por Thompson y colaboradores (1979; 1984; 1985; 1989) y Thompson (1993).