

***Respuestas humanas
a largo plazo a las condiciones ambientales
inciertas de Los Andes***

**Tom D. Dillehay
y
Alan L. Kolata**

**Serie
Fichas de la Cátedra
Fundamentos de Prehistoria**

Coordinadores:

Ana. M. Aguerre y José Luis Lanata

Facultad de Filosofía y Letras

Universidad de Buenos Aires



Buenos Aires

Argentina

2005

Respuestas humanas a largo plazo a las condiciones ambientales inciertas de Los Andes

Tom D. Dillehay y Alan K. Kolata

*Proceedings of the National
Academy of Science*
(2004) 101: 4325-4330.

Traducción: Damián L. Buzzoto y Leticia Cortés
Revisión técnica: J.L.L.

Para uso interno de los estudiantes de la Cátedra de Fundamentos de Prehistoria.

La interacción humana con el ambiente físico ha ido transformando cada vez más los distintos procesos del sistema terrestre. Recíprocamente, las anomalías climáticas y otros procesos de cambio medioambiental -tanto de origen natural como antropogénico- han estado afectando y muchas veces desarticulando a las sociedades a través de la historia. A pesar de ser de carácter breve y conciso, los eventos climáticos de impacto transitorio -o de corta escala- pueden dejar una huella significativa a largo plazo en una sociedad, particularmente si ocurren en el contexto de cambios medioambientales de mayor duración que ya estuvieran en marcha. Eventos climáticos significativos pueden afectar las actividades humanas en circunstancias críticas dando forma a trayectorias particulares del desarrollo social. En este trabajo presentamos la variedad de respuestas humanas registrada frente a eventos ambientales importantes ocurridos en la zona andina, más específicamente en la costa desértica del norte de Perú en el período 500-1500 AD. Mostramos que las sociedades agrarias preindustriales implementaron distintas formas de respuestas anticipatorias frente a los cambios ambientales y a la situación de incertidumbre que enfrentaron. Concluimos que las innovaciones en las estrategias de producción y en la infraestructura agrícola en las poblaciones indígenas reflejan las respuestas sociales diferenciales de estas sociedades frente a cambios ambientales tanto de corta duración (eventos de El Niño-Southern Oscillation) como de largo plazo (desertificación).

* * *

La costa desértica del Perú es un hábitat frágil, sujeto a múltiples impactos ambientales tanto de corto como de largo plazo (1). Estos impactos incluyen desde la actividad tectónica que provoca levantamiento de la costa, los ocasionales terremotos catastróficos, las sequías episódicas variables en su intensidad y duración, la desertificación a largo plazo que genera campos de dunas masivos, hasta los eventos de El Niño-Southern Oscillation (ENSO)ⁱ que

ⁱ **N. del R.:** ENSO (El Niño/Oscilación del Sur) es un fenómeno oceánico-atmosférico, producto del calentamiento y enfriamiento cíclico de la superficie del Océano Pacífico Central y Oriental, que provoca alteraciones climáticas de distinta magnitud en diversos lugares del mundo. Esta región del Océano Pacífico es normalmente más fría de lo que su ubicación ecuatorial sugiere, debido a la influencia de los vientos del noreste, la corriente oceánica de Humboldt y del ascenso de agua fría en la costa de Perú. A veces, la influencia de estas aguas frías disminuye, causando que la superficie del Océano Pacífico Central y Oriental se caliente bajo el sol del trópico -esto se conoce como *un evento El Niño*. Esto causa fuertes lluvias en América del Sur y severas sequías en Australia oriental. Mientras más intenso es El Niño, más severas son las sequías en Australia. En otras ocasiones, la inyección de aguas frías se hace más intensa que lo usual, provocando que la superficie del Océano Pacífico Oriental se enfríe -esto se conoce como *un evento La Niña*. Como resultado de esto, se producen sequías en América del Sur y pesadas lluvias e inundaciones en la Australia oriental.

2. Fundamentos de Prehistoria

conllevan a las inundaciones costeras (3,4). En nuestro estudio, la incertidumbre ambiental hace referencia a los efectos acumulativos que provocan los eventos de impacto en cadena y/o secuenciales tanto en la toma de decisiones como en las adaptaciones de las poblaciones humanas. Estos procesos geoclimáticos pueden ocurrir en serie y generar cambios potencialmente catastróficos en el paisaje, así como inducir a transformaciones en la organización social de las poblaciones que habitan una región (5-7).

Documentar la frecuencia, la duración y la severidad del impacto de estos eventos es importante, pero la secuencia en que estos ocurren es también una preocupación crítica (8). Los registros históricos indican que los eventos ENSO ocurren con una frecuencia de 2-10 años (9) con duraciones que abarcan desde 2 a 6 años. Por ejemplo, durante los 297 años transcurridos entre 1690 y 1987, los eventos ENSO ocurrieron en 87 años (10,11). Frecuentemente, estos eventos producen importantes inundaciones en la costa peruana y, con ello, disrupciones sociales de intensidad variable. Las inundaciones catastróficas que devastan la infraestructura agrícola y de transporte no son raras -i.e. las ocasionadas por El Niño de 1925 y 1982-1983. En las tierras altas del sur de Los Andes, los eventos severos de El Niño, como el de 1982-1983 se correlacionan con sequías intensas de corto plazo (3).

En Los Andes Centrales -tierras altas y costas desérticas del Perú- y en el Altiplano andino -el macizo del extremo sur del Perú y noroeste de Bolivia- las sequías prolongadas -i.e. aquellas que suceden tanto a lo largo de muchos años como de muchas décadas- ocurren con menor frecuencia pero generan problemas significativamente mayores y con repercusiones a largo plazo a las poblaciones humanas adaptadas a estos rigurosos ambientes. Evidencias de extensísimas sequías regionales ocurridas entre 524-540 AD, 563-594 AD y 636-645 AD y 1245-1310 AD han sido obtenidas del núcleo de hielo en Quelccaya en el sur de Perúⁱⁱ (3, 12, 13). La evidencia de la sequía ocurrida entre 1245 y 1310 AD fue corroborada mediante análisis geoquímicos, isotópicos y polínicos de los núcleos de sedimentos extraídos del Lago Titicaca (14), aunque los datos en este último caso indican que el inicio de la sequía en el Altiplano andino ocurrió aproximadamente 100 años antes, es decir *ca.* 1150 AD. En las cinco décadas posteriores el comienzo de esta sequía a mediados del siglo XII, el nivel del Lago Titicaca descendió entre 12 y 17 metros. A partir de un simple modelo climático de manejo del agua, hemos calculado que una disminución del 10-12% en el promedio moderno de las precipitaciones netas es la que pudo causar una declinación de esta magnitud en el nivel del lago (14, 15).

Estas sequías prolongadas ocasionaron significativas rupturas y fracturas sociales así como también innovaciones culturales, demográficas y técnicas en las adaptaciones de las poblaciones humanas de Los Andes. La severa aridez que tuvo lugar durante entre la mitad del siglo XII y el inicio del siglo XIV fue la causa más inmediata para la desintegración del estado pre-incáico de Tiawanaku emplazado a lo largo de la costa sur del lago Titicaca (14,16). Entre 1150 y 1200 AD, las ciudades de Tiawanaku y sus aldeas aledañas fueron abandonadas cuando la población se dispersó como resultado de la drástica reducción en la producción agrícola de la región. Tiawanaku, como toda sociedad agraria, invirtió significante en un sistema intensivo de cultivo dependiente del riego, sistema que comúnmente denominamos agricultura de campos

ⁱⁱ *N. del R.*: La lengua del glaciar Quelccaya se encuentra a 5670 m.s.n.m. y ha brindado importante información paleoambiental. Ver (12) y bibliografía allí citada.

sobreelevados (17,18). Con el inicio de la sequía prolongada antes mencionada, la disponibilidad de agua tanto en arroyos como subterránea se redujo significativamente. El extenso paisaje regional de campos sobreelevados de Tiawanaku –solamente más de 19.000 hectáreas en los campos de inmediatos a la ciudad- se volvió insostenible (15). En respuesta a esta dilatada situación de aridez, las poblaciones previamente urbanizadas se volvieron más móviles y adoptaron un estilo de vida que enfatizó las actividades económicas de pastoreo basadas en los camélidos del lugar -llamas y alpacas- como animales de tiro y la agricultura oportunística de secano (15).

Este tipo de situaciones de sequía pueden estar alternadas con eventos ENSO asociados con lluvias costeras significativas. La convergencia de eventos climáticos y ambientales como estos que estamos mencionando pueden imponer limitantes significativos a la habilidad de una sociedad para responder a tales situaciones de cambio. Sucesos particulares, como inundaciones excesivas, pueden tener un impacto inmediato de relativa y/o ninguna importancia. Pero si ocurren simultáneamente -como el caso de la sequía alternada con eventos ENSO- o en series, pueden inducir una cascada de efectos de pequeña escala y acumulativos durante décadas modelando las condiciones para las futuras adaptaciones humanas (13). En otras palabras, estos efectos acumulativos estructuran el paisaje de forma tal que parcialmente determinan la naturaleza y magnitud de las respuestas humanas frente a una determinada incertidumbre ambiental.

Las alteraciones post-impacto del paisaje producidas por estos eventos pueden ser más severas o potencialmente más benéficas que el evento mismo. Un evento ambiental específico o un cambio en la base de recursos pueden provocar respuestas muy variadas en los distintos segmentos poblacionales (19). Además, un evento de impacto severo puede ser perjudicial para ciertos sectores de la sociedad, pero ventajoso para otros. Por ejemplo, las fuertes lluvias generadas por ENSO pueden arruinar y/o destruir los sistemas de irrigación permanente y los campos agrícolas pero también es posible que estimulen la agricultura oportunística con uso de agua subterránea en las áreas bajas del desierto e incrementen las chances de pastoreo para los rebaños de animales rumiantes en las zonas altas, usualmente más áridas.

Su reconocimiento y las eventuales respuestas a los sucesos de incertidumbre ambiental no están del todo fuera del potencial de una población humana; en general se manifiestan en condiciones de conocimiento parcial –no completo- de la situación de incertidumbre. Nosotros asumimos que los eventos ENSO, como fenómenos repetidos y no instantáneos, fueron experimentados, monitoreados y respondidos por las poblaciones humanas a través de mecanismos de respuesta acumulativos y a lo largo de generaciones. Estos eventos pudieron incluso ser predecidos hasta el punto que sus efectos fueran previstos por las poblaciones humanas a través de la identificación de síntomas ambientales específicos y anticipatorios al fenómeno ENSO, tales como los cambios en las especies marinas y en otros regímenes naturales que señalan los posibles modificaciones venideras (20). De la misma manera, cambios ambientales a largo plazo, tales como la desertificación y la migración de dunas, fueron procesos relativamente lentos que permitieron respuestas humanas anticipatorias en una escala temporal de generaciones.

4. Fundamentos de Prehistoria

En este artículo, estudiamos las relaciones de inestabilidad ambiental y la historia de la toma de decisiones humanas bajo condiciones de incertidumbre parcial en la costa norte del Perú, específicamente durante el período *ca.* 500-1500 AD. Los sistemas políticos indígenas de base urbana, económicamente dependientes de la agricultura de irrigación a gran escala, surgieron en la región durante este período. Aunque nuestra investigación se extiende a todo el rango de ocupación de la costa norte peruana, nos focalizamos en las culturas socialmente complejas conocidas como Moche y Chimú.ⁱⁱⁱ Las poblaciones Moche estaban organizadas como sistemas políticos autónomos y competitivos durante el período *ca.* 100 a 750 AD. Moche, como fenómeno cultural distintivo, desaparece *ca.* 800 AD. Durante el período post-Moche (*ca.* 800-1000 AD), los Chimú comenzaron a consolidar y centralizar su autoridad política. Entre *ca.* 1200-1470 AD dominaron una vasta expansión de la costa norte y centro-norte del Perú. Posteriormente, el imperio Inca conquistó y asimiló políticamente el estado Chimú hacia el final del siglo XV.

Nuestra región de estudio es el Valle del río Jequetepeque y áreas adyacentes de los ríos Chaman y Zaña (Fig. 1). El valle se caracteriza por poseer un lecho de río amplio y escarpado, rodeado por planicies aluviales y lomadas costeras que se elevan hasta los 800 m aproximadamente. El clima en la planicie costera es seco y cálido (21, 22). La precipitación media anual es de 23 mm. El caudal del río es altamente variable y directamente dependiente de las precipitaciones que recibe de sus tributarios de las tierras altas adyacentes. A pesar de la extrema aridez de la costa, el valle provee acceso a un amplio espectro de recursos naturales. Los terrenos fértiles para la agricultura son abundantes en el piso del valle y en las planicies desérticas irrigables. Los ambientes de río, lagunas costeras y litoral oceánico son ricos en áreas de reproducción de peces, moluscos y otros recursos acuáticos.

Evidencia arqueológica de la naturaleza, escala y frecuencia de los eventos geo-climáticos

Los resultados de nuestra investigación demuestran que a lo largo del valle del río Jequetepeque y sus áreas adyacentes las inundaciones y sequías episódicas así como la deforestación a largo plazo, los procesos de formación de dunas y la desertificación ocurrieron en numerosos sitios. La evidencia que disponemos proviene de pisos de ocupación en múltiples sitios residenciales asociados con artefactos diagnósticos de momentos Moche, post-Moche y Chimú con rasgos geomorfológicos relacionados, que han sido datadas tanto por métodos convencionales como de AMS (Tabla 1). Los estudio de ¹⁴C provenientes de contextos de excavación en estratos asociados con evidencias de reconstrucción importantes en los sitios arqueológicos de Farfán Sur, Cañoncillo, Talambo, y JE-1 dataron cuatro macro eventos ENSO en *ca.* 2150 BC, 500 AD, 1230 AD y 1770 AD (Fig. 2). Esta última fecha se corresponde con el evento de El Niño de 1770 AD que causó pérdidas económicas significativas entre las poblaciones agrícolas a lo largo de la costa norte del Perú, tal como ha sido históricamente documentado (23).

ⁱⁱⁱ *N del R.*: Al final de esta traducción se señalan las características principales de las culturas Moche y Chimú.

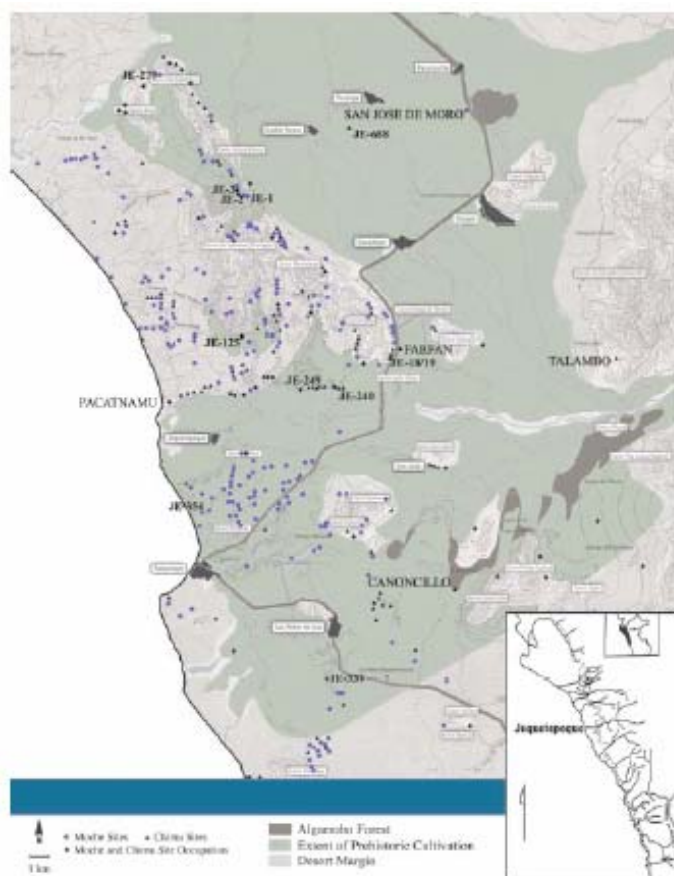


Figura 1. Mapa del Valle de Juequetepeque, Perú, con la ubicación de los principales asentamientos Moche y Chimú.

Otros eventos de inundación que aparecen en el registro arqueológico son adscriptos temporalmente a partir de su asociación con cerámicas diagnósticas, pero no han sido aún datados por radiocarbono (19). Los perfiles estratigráficos extraídos de las excavaciones en 34 sitios en el Valle de Juequetepeque revelan patrones consistentes de inundaciones periódicas -evidenciadas por gruesos depósitos de roca y grava clasificada-, eventos de formación de dunas -evidenciados por depósitos de arena limpios y eólicos- y ciclos de uso y abandono de habitación -evidenciados por pisos de habitación secuencialmente preparados e intercalados con depósitos de arena naturales. Aunque la extensión del daño físico provocado esos eventos tuvo una amplia distribución a lo largo de la región de estudio, la severidad del impacto fue siempre focalizada y varió significativamente en términos de los efectos que causó, dependiendo ello de la hidrología local, la pendiente y las características topográficas.

6. Fundamentos de Prehistoria

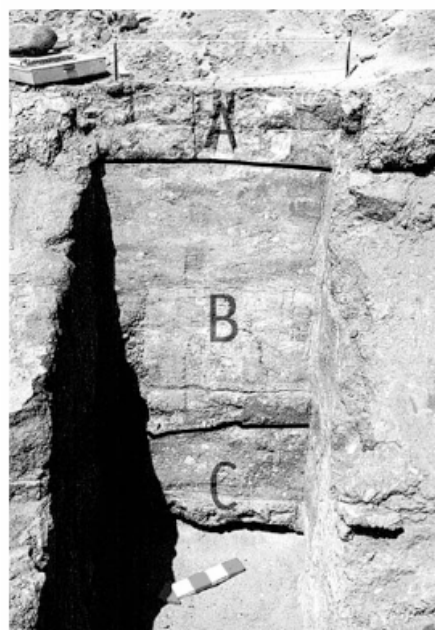


Figura 2. Perfil estratigráfico de la excavación arqueológica en el centro urbano de Cañoncillo, perteneciente al momento Chimú.

A y C muestran depósitos erosionados de adobe resultado del impacto de los grandes eventos de El Niño.

B ilustra una fase de reedificación representada por un cimiento de una pared de adobe.

Sitio N°	Contexto	Fecha convencional	Edad calibrada	Muestra N°.
JE-205†	Piso de ocupación	4,190 ± 40 B.P.	B.C. 2895–2610	Beta-109092
JE-205	Piso de ocupación	2,560 ± 50 B.P.	B.C. 840–520	Beta-109091
JE-354	Piso de ocupación	2,530 ± 50 B.P.	B.C. 805–485	Beta-109089
JE-205	Piso de ocupación	2,520 ± 50 B.P.	B.C. 800–415	Beta-117746
JE-205	Piso de ocupación	2,370 ± 50 B.P.	B.C. 530–375	Beta-117747
JE-125	Piso de habitación	1,520 ± 60 B.P.	A.D. 415–650	Beta-143883
JE-339	Piso de habitación	1,370 ± 70 B.P.	A.D. 560–780	Beta-143885
JE-273	Plataforma	770 ± 50 B.P.	A.D. 1185–1295	Beta-143884
JE-1	Plataforma	720 ± 40 B.P.	A.D. 1180–1230	Beta-109093
JE-18	Piso de habitación	710 ± 40 B.P.	A.D. 1245–1390	Beta-109090
JE-2	Piso de habitación	700 ± 60 B.P.	A.D. 1235–1400	Beta-114185
JE-240	Canal enterrado	670 ± 70 B.P.	A.D. 1245–1420	Beta-114186
JE-19	Piso de habitación	640 ± 40 B.P.	A.D. 1285–1405	Beta-143880
JE-249	Piso de habitación	640 ± 70 B.P.	A.D. 1265–1425	Beta-114187
JE-19	Plataforma	620 ± 40 B.P.	A.D. 1290–1410	Beta-143879
JE-619	Piso de habitación	620 ± 50 B.P.	A.D. 1280–1420	Beta-161940
JE-3	Piso de habitación	580 ± 70 B.P.	A.D. 1285–1445	Beta-143882
JE-688	Piso de habitación	230 ± 40 B.P.	A.D. 1640–1690	Beta-161941
JE-205	Depósito de inundación	180 ± 50 B.P.	A.D. 1650–1950	Beta-109092

*Todas las dataciones provienen de una única pieza de carbón extraída de una capa intacta con presencia de pesos arqueológicos o rasgos que yacen directamente sobre o debajo de los depósitos de inundaciones.

Tabla 1. Dataciones radiocarbónicas de los principales eventos de inundación registrados en sitios arqueológicos excavados en el valle inferior del río Jequetepeque

Dunas enterradas y superficies severamente decapadas son evidencias indirectas de un ambiente árido. Las condiciones de sequías prolongadas fueron más perjudiciales para la agricultura sostenida que los eventos transitorios ENSO. Nosotros documentamos la presencia ampliamente distribuida de paleodunas multiestratificadas, particularmente en el lado sur del

Valle de Jequetepeque. Aquí, ejemplos extraordinarios de dunas tipo barján^{iv} se extienden desde la costa hacia la región de los valles medios, a 25 km hacia el interior (Fig. 3). Estas paleodunas exhiben evidencias de cultivo antiguo y superficies de habitación intercalados con depósitos eólicos de arena y grandes pero intermitentes depósitos lavados por la retirada de las aguas. La evidencia más temprana de estas dunas barján se remonta a los períodos de ocupación Moche del siglo VI, y por lo tanto, puede ser correlacionada con las sequías del 524-540 AD, 536-594 AD y tal vez con la de 636-645 AD (3, 13, 24). Sin embargo, el mayor desarrollo espacial de estos sistemas de dunas se asocia con el período Chimú medio, hacia mediados del siglo XIII, claramente co-ocurrente con la prolongada sequía de 1245-1310 AD (14). Cañoncillo, importante sitio urbano Chimú, fue abandonado hacia el final del siglo XIV, posiblemente como resultado de esta irrupción masiva de las dunas en el ambiente urbano.



Figura 3. Fotografía aérea del proceso de formación de dunas en el lado sur del Valle de Jequetepeque. Nótese el extenso campo de dunas barján activas.



Figura 4. Sistemas agrícolas oportunistas del período Moche tardío consistentes en terrazas secuenciales de cultivo (A y B), represas en cuadrillé, y reservorios adosados a una estrecha quebrada

La presencia de patrones estratigráficos consistentes implica la existencia de episodios repetidos de eventos de inundación alternados con esta secuencia de desarrollo de dunas. Nuestra investigación reveló la existencia capas de arena y formaciones de dunas que atascaron los canales de irrigación, enterraron las antiguas superficies de cultivo y que también cubrieron las estructuras residenciales. También documentamos episodios de movilización de mano de obra a gran escala para reconstruir tanto los edificios como la infraestructura agrícola dañadas, específicamente en los sitios urbanos de Farfán Sur y Cañoncillo. Las poblaciones indígenas reconstruyeron de manera muy rápida la infraestructura agrícola y la arquitectura urbana tras los

^{iv} *N.del.R.*: Las dunas tipo barján se caracterizan por su forma de medialuna.

8. *Fundamentos de Prehistoria*

eventos ENSO pero, básicamente, fueron incapaces de responder de una manera efectiva a los procesos de desertificación a largo plazo.



Figura 5. Extensos sistemas de campos irrigados del período Chimú, al sur del centro urbano de Farfán. Nótese las superficies de los campos (A) y canales secundarios y terciarios (B) que estaban unidos a un gran canal y sistema de acueducto intravalle y su entrada cercana al sitio de Talambo (ver Fig. 1).

Estas complejas relaciones estratigráficas indican un patrón regional a largo plazo en el valle de repetitivos cambios en la ocupación humana, ya sea en sitios urbanos como rurales. Los cambios en la trayectoria de las prácticas agrícolas conjuntamente con la reorganización demográfica, social y económica de las poblaciones, están asociados con eventos específicos de impacto ambiental -tanto del ENSO como en las condiciones de sequía-; especialmente en los períodos Moche tardío (600-750 AD) y Chimú medio y tardío (1200-1470 AD). Aún así, la naturaleza de la respuesta humana a los cambios ambientales -ya sean transitorios y/o a largo plazo- varió significativamente entre los momentos Moche y Chimú, ilustrando la variabilidad en la adaptación humana efectiva frente a la incertidumbre ambiental.

Respuestas sociales y tecnológicas a la incertidumbre ambiental

El repertorio de respuestas sociales y tecnológicas a la incertidumbre ambiental en la costa norte de Perú fue muy diverso, y va desde la relocalización o abandono periódico de tierras cultivadas afectadas por impactos ambientales hasta los cambios tecnológicos a gran escala, generados ya sea para mitigar o para aprovechar estos impactos. En general, hemos identificado tres formas principales de respuesta socioeconómica al cambio ambiental que fueron llevadas a cabo diferencialmente a lo largo del tiempo y espacio en el valle del río Jequetepeque y áreas circundantes.

Una primera respuesta local habitual a las situaciones de incertidumbre ambiental fue el desarrollo de regímenes agrícolas flexibles y oportunistas que incluyeron múltiples sistemas de irrigación a pequeña escala ubicados a lo largo de las colinas costeras, que maximizaron el agua de vertientes y lluvias ocasionales (Fig. 4). Los sistemas de irrigación están muy distribuidos espacialmente y asociados con la cultura Moche tardía, a momentos post-Moche y, en menor medida con la Chimú. Estos sistemas agrícolas flexibles no requerían una gran inversión de trabajo y/o tecnológica y por lo tanto podían ser recuperados rápidamente en caso de ser afectados por impactos ambientales fortuitos. La ubicuidad espacial de estos sistemas, especialmente en el sector norte del valle, implicaba que, en ciertos momentos, las poblaciones locales estaban maximizando la producción agrícola a través del aprovechamiento de todas las tierras pasibles de ser aradas de acuerdo con las fuentes de agua disponibles. En los períodos

Moche tardío y post-Moche (700-1000 AD), momentos de importante fragmentación política, la práctica de producción agrícola en lugares remotos parecen reflejar estrategias de evasión del conflicto entre poblaciones.

Una segunda respuesta a fluctuaciones extremas de recursos hídricos –que van desde importantes sequías a inundaciones catastróficas- fue el desarrollo de infraestructura agrícola para anticipar estas situaciones. Estas construcciones incluyeron redes de canales de riego de 30-40 km de extensión que proporcionaban agua a distintos sectores del valle (Fig. 5). El sector norte del valle del río Jequetepeque contiene más de 400 km de canales que se han preservado, todos prehispánicos. Dado el régimen hídrico local, estos sistemas de canales no podrían haber sido alimentados con suficiente agua de ríos o vertientes como para funcionar simultáneamente. En otras palabras, en un determinado momento, solamente una parte del sistema pudo haber transportado agua para riego. Esto implica que las comunidades regulaban el flujo del agua de irrigación hacia diferentes sectores del valle a través de alguna forma de organización coordinada. La construcción de redes de canales y el desarrollo de sistemas agrícolas flexibles y oportunistas servía fundamentalmente para una diversificación del espacio como recurso. Si una parte de la red era destruida o caía en desuso, otra parte podía ser puesta en funcionamiento como compensación. Al mismo tiempo, esta infraestructura anticipatoria habría sido un mecanismo efectivo para mitigar catástrofes ambientales como inundaciones relacionadas con las oscilaciones de “El Niño” y como respuesta a situaciones de incertidumbre política.

Una tercera respuesta humana a las condiciones inciertas estuvo relacionada con la inversión en tecnologías diseñadas explícitamente para soportar las modificaciones ambientales. Por ejemplo, los canales de irrigación asociados con los grandes centros urbanos Chimú, como Farfán, Cañoncillo y Talambo, incorporaron represas para contener las crecidas, especialmente en los acueductos que atravesaban cárcavas profundas (22, 25). Estas represas fueron diseñadas para reducir la presión de la turbulencia y la intensidad del flujo en el cauce sobre el que se encontraba el acueducto y, de esa manera, evitar la erosión de la estructura durante los episodios de inundaciones relacionados con los eventos ENSO. Sumado a esto, los cimientos de los acueductos más grandes estaban provistos de grandes conductos de roca que permitían que el agua fluyera a través de la base del acueducto sin dañar la estructura (26). Tales estructuras defensivas no siempre prevenían el daño de la infraestructura agrícola. Constantemente ocurrieron episodios de reconstrucción en los canales más grandes, acueductos y también en las estructuras residenciales. La arquitectura reconstruida se apoya directamente sobre los anchos depósitos producto de la erosión hídrica, de lo que se deduce una reconstrucción recurrente de la infraestructura agrícola con posterioridad a las grandes inundaciones. Por ejemplo, en un importante acueducto asociado con el sitio Farfán los contextos arquitectónicos datados sugieren que los depósitos correspondientes a las inundaciones pertenecen a la inundación “El Niño” que hemos datado *ca.* 1230 AD.

Otra forma de infraestructura defensiva aparece también con una amplia distribución a través del valle de río Jequetepeque inferior. En muchas áreas cercanas a la costa, cientos de parapetos en forma de media luna fueron construidos para impedir la intrusión de la arena transportada por el viento en los canales de riego, campos de cultivo y residencias, especialmente durante el período Chimú (1200-1470 AD). En ese sentido, las tecnologías en respuesta a los impactos de las inundaciones evidentemente fueron más efectivas que aquellas que estuvieron

10. *Fundamentos de Prehistoria*

destinadas a combatir el proceso de desertificación. Como se mencionó anteriormente, la desertificación del sector sur del valle aparentemente interrumpió la ocupación Chimú del gran centro urbano de Cañoncillo y otros sitios relacionados con él hacia el siglo XIV.

Estas respuestas sociales y tecnológicas a condiciones ambientales inciertas fueron llevadas a cabo diferencialmente a lo largo del espacio y del tiempo. En nuestra región de estudio hay una clara distinción en la respuesta humana de las sociedades Moche tardía, post-Moche y Chimú a la inestabilidad y el cambio ambiental. Esta respuesta diferencial se debe principalmente a las importantes diferencias en las características demográficas, tecnológicas y políticas de cada una de estas sociedades.

Los patrones de asentamiento revelan que la respuesta principal de la sociedad Moche tardía a la incertidumbre ambiental fue mantener una alta movilidad de la población a lo largo de paisajes espacialmente extensos. Durante la fase Moche Media más temprana (*ca.* 400-700 AD) el centro urbano de Pacatnamú había perdido su posición dominante en lo político y religioso (27, 28). La sociedad Moche tardía privilegió que su población estuviese alta y ampliamente distribuida a lo largo del valle en sitios de menor tamaño ubicados en los numerosos y diferentes ambientes disponibles a que se concentrara en centros urbanos importantes. La movilidad residencial estuvo asociada a la falta de una inversión intensa en construcciones fijas en el espacio tales como grandes redes de caminos, sistemas de irrigación entre valles, costosos acueductos que conectaran las remotas fuentes de agua y los grandes centros urbanos.

La respuesta anticipatoria a los impactos ambientales de la sociedad Moche tardía fue mantener sistemas agrícolas espacialmente extensivos con bajos costos de inversión (Fig. 4). La respuesta directa a las fluctuaciones ambientales periódicas o crónicas llevó a las poblaciones móviles y sus actividades agrícolas asociadas a conformar múltiples asentamientos de pequeña y mediana escala en todo el valle. Las poblaciones Moche tardías también reconstruyeron rápidamente las infraestructuras de bajo costo en las áreas afectadas por el impacto de las inundaciones, como indican los repetidos reacondicionamientos de muros y la construcción de viviendas expeditivas en muchos sitios. El paisaje social Moche tardío estuvo caracterizado por una intensa competencia intra-valle por el acceso las tierras arables y a los limitados recursos hídricos y por prácticas de manejo agrícola descentralizadas (29).

Durante el período post-Moche -datado localmente *ca.* 800-1100 AD-, la respuesta humana a condiciones ambientales inciertas tuvo como consecuencia una dispersión aún mayor de las poblaciones viviendo en pequeños caseríos y aldeas fortificadas en las laderas de colinas. Tanto los asentamientos urbanos como los de escala intermedia característicos de las sociedades Moche Media y Tardía son abandonados u ocupados esporádicamente en este momento. Esto sugiere una mayor fragmentación política y la localización de sistemas agrícolas en nuevas áreas el valle. Aunque la flexibilidad de las prácticas agrícolas oportunistas de la sociedad post-Moche permitió una respuesta rápida a los impactos ambientales, estas condiciones hicieron que los sistemas locales fueran más vulnerables a momentos de mayor stress regional y a los regímenes políticos externos que no experimentarían las mismas dificultades.

La fragmentación demográfica creciente y una idiosincrasia defensiva forzaron a las poblaciones post-Moche a concentrarse en la producción agrícola en áreas localizadas a cierta

altura y cercanas a las laderas de las colinas defendibles. La descentralización política resultó en una disminución en la capacidad para manejar los sistemas de producción en una escala regional. La característica espacialmente restringida de las poblaciones post-Moche del valle Jequetepeque socavó su habilidad para desarrollar y mantener una respuesta anticipatoria para el cambio ambiental en una escala regional. Inferimos que la incorporación del valle del Jequetepeque bajo la hegemonía Chimú (*ca.* 1200-1300 AD) se vio facilitada por estas condiciones de fragmentación evidenciada en los contextos políticos, sociales y agrícolas (30).

La respuesta Chimú a la incertidumbre ambiental fue marcadamente diferente a la de las fases Moche tardía y post-Moche. La estrategia del estado Chimú estuvo relacionada con un cambio hacia el énfasis en sistemas urbanos correlacionados con un desarrollo a escala regional de los paisajes agrícolas. A diferencia de las sociedades Moche tardía y post-Moche, la Chimú invirtió fuertemente en el capital fijo de paisaje tanto en términos de la construcción de infraestructura hidráulica de gran escala (Fig. 5) como en el desarrollo de centros urbanos estratégicamente localizados, como lo son Cerro Colorado, San José de Moro, Talambo, Farfán, Cañoncillo y Pacatnamú. Estos grandes centros urbanos concentraban poblaciones y fuerza de trabajo en ubicaciones espacialmente discretas, conformando áreas caracterizadas por una alta inversión general. Fueron ubicadas en grandes conos de deyección aluvial y conectadas con las poblaciones de las colinas adyacentes a través de redes de caminos; su sustento procedía de las importantes tierras agrícolas manejadas en forma centralizada. Las poblaciones Chimú, estratégicamente agregadas en el espacio, restringieron su movilidad residencial e integraron a los residentes urbanos en forma directa con los paisajes agrícolas como los sistemas de canales y acueductos reticulados de Talambo, Farfán y Cañoncillo. El estado Chimú también generó sistemas extensivos de irrigación inter-valles con la intención de maximizar el acceso y la redistribución de recursos hídricos. En contraste con el patrón Moche tardío en el que las poblaciones, los asentamientos y los sistemas de producción se encuentran separados, flexibles y son espacialmente extensos, el patrón Chimú se caracterizó por un control centralizado de las poblaciones espacialmente concentradas y relacionadas estrechamente con los diferentes sistemas de producción agrícola adyacentes.

La respuesta anticipatoria Chimú a la incertidumbre ambiental puede ser caracterizada como una estrategia de manejo y control que buscó “racionalizar” el paisaje a través de una reestructuración dirigida y una integración de las interacciones humanas con el ambiente. Esta estrategia integrada permitió a los Chimú responder a la incertidumbre ambiental y al impacto de los diferentes eventos en una escala regional pero al mismo tiempo conllevó costosas inversiones en capital fijo -infraestructura regional agrícola y de transporte- y en la supervisión y el control de las poblaciones urbanas. La fuerte inversión en capital y trabajo en esta estrategia de manejo y control pueden haber generado estructuras rígidas en la economía política del estado Chimú a través de una confianza exagerada en tecnologías agrícolas especializadas. La decisión Chimú de estructurar las relaciones hombre-ambiente a través de una compleja estrategia de manejo agrícola a gran escala hizo que fueran más vulnerables a los grandes cambios políticos o ambientales. Una inversión excesiva en una infraestructura productiva y compleja pero vulnerable puede explicar por qué la sociedad Chimú fue incapaz de responder en forma efectiva al desafío del expansionismo militar Inca y sucumbió con relativa facilidad a las ambiciones imperiales de los Inca Pachakuti (1438-1470 AD) y su sucesor Tupa Inka Yupanqui (1471-1493 AD)

Conclusiones

Los eventos relacionados con ENSO, las sequías periódicas y la desertificación afectaron negativamente la producción agrícola sostenible y, por momentos, generaron considerables problemas sociales para las culturas prehispánicas de Los Andes. Las comunidades humanas respondieron a los eventos relacionados con los eventos ENSO más importantes a través de la relocalización de los asentamientos en espacios menos susceptibles a las inundaciones o simplemente reconstruyendo las estructuras dañadas. Al mismo tiempo, expandieron en forma oportunista el cultivo a corto plazo para aprovechar la lluvia relacionada con los eventos ENSO. Los agricultores respondieron a las sequías breves a través de una variedad de estrategias como la reubicación de asentamientos, la reducción de la intensidad o la extensión de la irrigación, cambios en la composición de cultígenos empleados o reemplazando la producción hacia una mayor dependencia en recursos marítimos o de pastoreo. Por otro lado, las respuestas a las sequías más prolongadas pueden haber requerido actividades coordinadas en una escala regional, las que tendrían que haber estado organizadas por autoridades políticas de un nivel más alto.

En los casos extremos de stress ambiental prolongado, como las condiciones secas de que se dieron desde mediados del siglo XII hasta fines del siglo XIV en el altiplano andino, las estrategias de manejo y control practicadas por autoridades políticas centralizadas no pudieron brindar una respuesta efectiva a una crisis socioambiental severa. Como se mencionó anteriormente, en el caso específico del estado Tiwanaku, estas condiciones de aridez prolongadas llevaron a una falla a nivel regional de la infraestructura agrícola; la única respuesta efectiva a esta crisis fue el colapso estatal y la migración de las poblaciones humanas. A pesar de los episodios periódicos de crisis política y descentralización de la población -tales como el final del período Tiwanaku en el altiplano andino y durante el período Moche Tardío en la costa norte de Perú- muchas comunidades rurales persistieron, probablemente a través de la reubicación en paisajes menos susceptibles de stress ambiental. Esto fue posible a través de la reestructuración de la organización social y las relaciones intercomunales y gracias a las variaciones en las economías políticas y domésticas.

En condiciones de incertidumbre y vulnerabilidad ambiental, la respuesta humana puede llevar a múltiples resultados posibles. Los factores que fuerzan el cambio hacia una nueva estrategia pueden ser internos o externos a la vieja estrategia. Más aún, el tipo y grado de respuesta no está determinado solamente por una estructura política centralizada o jerárquica. Las respuestas situacionales derivan de la lectura del paisaje cultural y físico en diferentes escalas sociales, espaciales y temporales. Las respuestas a la incertidumbre ambiental están condicionadas y moldeadas por las acciones humanas que deben tener en cuenta los efectos estructurantes del paisaje de estrategias previas y de los impactos ambientales.

Un aspecto definitorio de las sociedades preindustriales complejas en Los Andes centrales fue la habilidad para acomodar las estrategias políticas y económicas a distintas escalas organizativas, demográficas y sociales. Aunque la sociedad contemporánea tiene evidentes ventajas tecnológicas e informacionales en relación con las sociedades premodernas en la respuesta a cambios ambientales, el análisis de las respuestas sociales pasadas a condiciones ambientales inciertas enfatiza la importancia de las estrategias adaptativas y las decisiones políticas basadas en una apreciación completa de tales efectos estructurantes de escala y paisaje.

Bibliografía

1. Moore, J. D. (1991) *Lat. Am. Antiquity* 2, 27–47.
2. Cabello Valboa, M. (1951) *Miscelánea Antártica: Una Historia del Perú Antiguo* (Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Instituto de Etnología y Arqueología, Lima, Perú).
3. Shimada, I., Schaaf, C. B., Thompson, L. G. & Mosley, M. E. (1991) *World Archaeol.* 22, 247–270.
4. Moseley, M. E. (1999) en *The Angry Earth: Disasters in Anthropological Perspective*, eds. Oliver-Smith, A. & Hoffman, S. (Routledge, New York), pp. 59–71.
5. Walker, B. & Steffen, W. (1997) *Conserv. Ecol.* 1, www.consecol.org_vol1_iss2_art1.
6. Vitousek, P. M., Mooney, H. A., Lubchenco, J. & Melillo, J. M. (1997) *Science* 277, 494–499.
7. Lennihan, L. (1984) *Hum. Ecol.* 12, 465–480.
8. Newman, J. H. (1998) *Science* 283, 516–520.
9. Rasmusson, E. M. & Carpenter, T. H. (1982) *Mon. Weather Rev.* 110, 354–384.
10. Quinn, W. H. & Neal, V. T. (1992) en *Climate Since 1500 AD*, eds. Bradley, R. S. & Jones, P. D. (Routledge, London), pp. 623–648.
11. Keefer, D. K., Moseley, M. E. & deFrance, S. D. (2003) *Paleogeogr. Paleoclimatol. Paleoecol.* 194, 41–77.
12. Thompson, L. G., Mosley-Thompson, E., Bolzan, J. F. & Koci, B. R. (1985) *Science* 229, 971–973.
13. Moseley, M. E. & Richardson, J. B. (1992) *Archaeology* 45, 44–45.
14. Binford, M. W., Kolata, A. L., Brenner, M., Janusek, J. W., Seddon, M. T., Abbott, M. & Curtis, J. H. (1997) *Quat. Res.* 47, 235–248.
15. Kolata, A. L. & Ortloff, C. R. (1996) en *Tiwanaku and its Hinterland Archaeology and Paleoecology of an Andean Civilization*, ed. Kolata, A. L. (Smithsonian, Washington, DC), pp. 181–199.
16. Ortloff, C. R. & Kolata, A. L. (1993) *J. Archaeol. Sci.* 20, 195–221.
17. Kolata, A. L. & Ortloff, C. R. (1996) en *Tiwanaku and Its Hinterland Archaeology and Paleoecology of an Andean Civilization*, ed. Kolata, A. L. (Smithsonian, Washington, DC), pp. 109–151.
18. Ortloff, C. R. (1996) En *Tiwanaku and Its Hinterland: Archaeology and Paleoecology of an Andean Civilization*, ed. Kolata, A. L. (Smithsonian, Washington, DC), pp. 152–167.
19. Quinn, W. (1993) *Bull. Inst. Fr. Etudes Andines* 22, 13–34.
20. Orlove, B., Chiang, J. & Cane, M. (2000) *Nature* 403, 68–71.
21. Kosok, P. (1965) *Life, Land, and Water in Ancient Perú* (Long Island Univ. Press, New York).
22. Eling, H. (1986) En *Andean Archaeology: Papers in the Memory of Clifford Evans*, eds. Ramiro-Matos, M., Turpin, S. A. & Eling, H. (Univ. of California, Los Angeles), pp. 130–149.
23. Alcocer, F. (1987) *Ecología e Historia: Probanzas de Indios y Españoles*, Referentes a las Catastróficas Lluvias de 1578, en los Corregimientos de Trujillo y Saña (CES Solidaridad, Chiclayo, Perú).
24. Moseley, M. E., Wagner, D. & Richardson, J. B. (1991) En *Paleoshorelines and Prehistory: An Investigation of Method*, eds. Johnson, L. L. & Straight, M. (CRC Press, Boca Raton, FL), pp. 236–249.
25. Hecker, G. & Hecker, W. (1982) *Pacatnamú: Vorspanische Stadt in Nord Peru* (C. H. Beck, Munich).
26. Ortloff, C. R., Feldman, R. A. & Moseley, M. E. (1985) *J. Field Archaeol.* 12, 77–98.
27. Castillo, L. J. & Donnan, C. B. (1994) En *Vicus: Colección Arte y Tesoros del Perú* (Banco del Estado del Perú, Lima), pp. 143–181.
28. Donnan, C. B. & Cock, G. A. (1997) *The Pacatnamú Papers* (Univ. of California, Los Angeles), Vol. 2.
29. Dillehay, T. D. (2001) En *Art and Politics in Moche Perú*, ed. Pillsbury, J. (Natl. Gallery of Art, Washington, DC), pp. 259–284.
30. Conrad, G. W. (1990) En *The Northern Dynasties: Kingship and Statecraft in Chimor*, eds. Moseley, M. E. & Cordy-Collins, A. (Dumbarton Oaks Research Library, Washington, DC), pp. 227–242.

Características de la cultura Moche

Al sur de la actual ciudad peruana de Trujillo se encuentra el valle de Moche. Este y el de Chicama son considerados el núcleo de cultura mochica –ca. 100-700 AD- aunque durante su máxima expansión llegó a los valles de Lambayeque, Pascamayo, Santa y Nepeña. Max Uhle la llamó primero como Proto Chimú ya que la consideraba como formativa de la Chimú. Años más tarde, se la denominó Mochica, y ahora se prefiere llamarla Moche. En la costa norte peruana el inicio Moche posee influencia Chavin, tal como es el caso de Salinar y Gallinazo – i.e. en cerámica negativa. La economía Moche descansaba en

14. *Fundamentos de Prehistoria*

una fuerte y estructurada base agrícola destacándose el manejo hidráulico en el ambiente. Las técnicas agrícolas empleadas incluyen la construcción de depósitos de agua de cientos de miles de metros cúbicos como es el caso de San José, de acequias como la de La Cumbre de más de 110 km, o como el acueducto de Ascope en el valle de Chicama, de 1 km de largo, conjuntamente con un complicado sistema de canales y terrazas. Además utilizaban el guano animal como fertilizante. Algunos de estos fertilizantes procedían de las islas de la costa sur peruano. La base de cultivos estaba formada por maíz, poroto, papa, yuca, camote, ají, coca, y muchos otros vegetales cultivados de manera intensiva. Además cazaban unguilados –camélidos y venados- y pinnípedos -foca y el lobo marino. Los centros urbanos más importantes de los valles de Moche y Chicama se construyeron en adobe con formas y tamaños diversos, sin ventanas, y con funciones religiosas, administrativas, habitacionales y funerarias.^v Los palacios y los templos muestran escenas de seres antropomorfos armados y en actitud guerrera. Asociado a los templos-pirámide se encuentran enterramientos. La jerarquización social se puede observar en enterramientos, las representaciones de personajes y actividades en las cerámicas y los murales públicos. También hay construcciones de militares emplazadas en las cimas de las montañas que dominan los valles estratégicos. Más allá de la arquitectura monumental de los grandes centros, la cultura Moche se distingue por su cerámica. Una forma característica es el recipiente esférico de base plana y cuello en estribo, decorada y pintada con cabezas retrato -huacos- de personas, animales, plantas y deidades, así como escenas de caza, pesca, guerra, sacrificio, castigo de prisioneros y esclavos, templos, pirámides, etc. Los mochica trabajaron el oro, plata, cobre y sus aleaciones tanto con técnicas al fuego y en frío.

Características de la cultura Chimú

En el mismo valle que habían dominado los Moche surgen los Chimú o Chimor, con su capital en Chan Chan, una ciudad fundada alrededor del 800 d.C. al extremo norte de la cuenca. En su expansión máxima el estado Chimú se extendió entre las actuales ciudades de Lima y Tumbes, y al este llegó a Cajamarca y Huamachuco. Chan Chan poseía un centro cívico de 6 km² con otros 20 km² de construcciones periféricas. La ciudad en su conjunto está dividida en diez sectores y pudo albergar hasta 200.000 personas. Chimú parece surgir como consecuencia de la descomposición de Huarí y su integración con Moche. Las evidencias disponibles hasta el momento no muestran migraciones ni cambios radicales así como tampoco influencias; por el contrario el cambio parece haber sido un proceso endógeno. Otras ciudades importantes, y a veces tan grandes como la misma Chan Chan, son Chiquitoy Viejo en Chicama, Pátapo en Lambayeque, Pacatnamú en Jequetepeque y Purgatorio en el valle del Leche, con múltiples asentamiento más pequeños cada una de ellas. Chimú se caracteriza por una compleja agricultura hidráulica, en gran parte herencia de la antigua cultura moche, y un complejo sistema de fortalezas y de carreteras. Incluye además una importante explotación de productos mineros -oro, plata y cobre, y producción de bronce-, trabajos en cerámica a gran escala y tejidos constituyeron. Todo esto forma la base económica del estado chimú. Su organización social fue muy jerárquica, desde el grupo dirigente a las clases campesinas y artesanas que vivieron en las periferias de sus ciudades.

^v Ejemplo de esto son la Huaca del Sol, y de la Luna. La primera es una pirámide de 228 x 136 m de base y 41 m de altura, formada por cinco grandes terrazas con una rampa de acceso de 90 m de extensión. Muy cerca se encuentra la Huaca de la Luna, que es una plataforma aterrazada y acondicionada con espaciosas habitaciones y patios.