06 CRIADO.qxp 19/2/08 17:24 Página 103

El Sáhara y los cambios climáticos

Constantino Criado Hernández

Resumen: El Sáhara se extiende desde el océano Atlántico hasta el mar Rojo; su límite norte es la cordillera del Atlas y el mar Mediterráneo, su borde sur lo constituye el denominado Sahel. En este espacio inmenso se reconocen paisajes diversos, montañas, mesetas *(hamadas)* cubiertas de guijarros *(regs),* grandes arenales *(ergs),* fondos de paleolagos (*sebkhas* y *chotts*), etcétera.
Su historia climática ha alternado periodos húmedos y áridos. El Sáhara ha albergado poblaciones humanas desde tiempos muy remotos (Achelense) hasta la actualidad. Las innegables evidencias de un cambio climático, unidas a los efectos negativos de la acción antrópica, hacen de los bordes del Sáhara un medio con alto riesgo de desertificación.

Palabras clave: desierto, Sáhara, cambio dimático, prehistoria, desertificación.

Abstract: The Sahara extends from the Atlantic Ocean to the Red Sea; its northern limits are the Atlas Mountains and Mediterranean Sea while its southern border is known as the Sahel. Within this immense zone are diverse landscapes, mountains, plateaus *(hamadas)* covered with pebbles *(regs),* vast sand seas *(ergs)* and ancient lake beds *(sebkhas and chotts),* among other areas. Its climatic history has alternated between wet and arid periods. The Sahara has been inhabited by humans from ancient times (Acheulean) into the present day. The undeniable facts of climate change – together with the negative effects of anthropic (human) activity – convert the borders of the Sahara into an area at high risk of desertification.

Key words: desert, Sahara, climate change, prehistory, desertification.

El Sáhara es el paradigma de todos los desiertos; sus dimensiones, variedad paisajística e historia climática y humana hacen de él un modelo para entender la evolución climática de los desiertos de la Tierra durante el Cuaternario.

Es el mayor desierto del mundo (8 millones de km^2). Se extiende desde el mar Rojo hasta el océano Atlántico; su borde norte linda con el Atlas y la costa mediterránea, mientras que el borde sur lo forma una zona de degradación denominada Sahel, situada en torno a los 15º N (Adams *et al.,* 1996; Goudie, 2002).

Esta vasta extensión es relativamente llana si la comparamos con otras regiones del planeta, pero las montañas están presentes; a veces modestas (Adrar mauritano, Adrar de los Iforas, Aïr, Adrar Akakus), pero con altitudes más relevantes en macizos como el Atlas Sahariano, Hoggar (2900 m), Tibesti (3000), Emnedi o Djebel Marra, lo que

06 CRIADO.qxp 19/2/08 17:24 Página 104

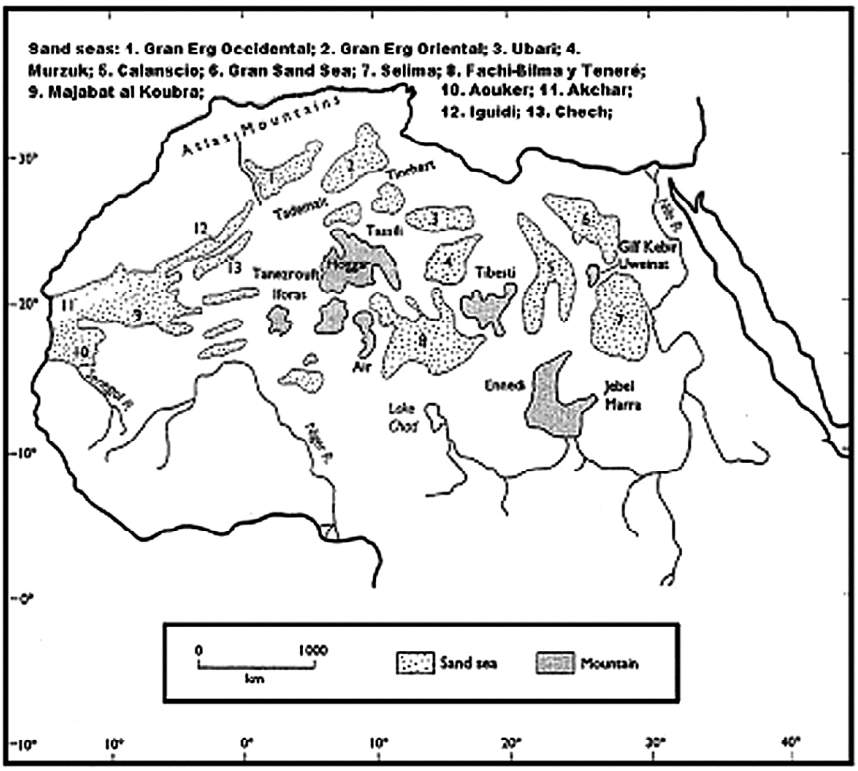
supone la aparición de modificaciones climáticas derivadas de la altitud. Desde estas zonas, drenajes efímeros, organizados en redes poco estructuradas, irradian hacia las regiones circundantes, deprimidas y que albergan cuencas endorreicas que antaño fueron lagos (*sebkhas* y *chotts*). También aparecen enormes mesetas rocosas, formadas por rocas sedimentarias paleozoicas y mesozoicas (calizas como la *hamada* de Tinduf o areniscas como Tanezruft, Tassilis, Tademait, Tinhert), casi siempre con una superficie de guijarros *(regs)*. Las áreas deprimidas han propiciado la acumulación de masas de arena aluvial, puestas en movimiento y modeladas en dunas (*ergs;* los *sand-seas* y *sand-sheets* de los anglosajones) por los vientos dominantes. La imagen más tópica del desierto solo ocupa el 28 % de la superficie del Sáhara (Adams *et al.,* 1996).

La aridez define el desierto. Los bordes semiáridos, limitados por la isoyeta de 200 mm al norte y por la de 400 mm al sur, dejan paso a zonas de muy escasas precipitaciones, por lo general inferiores a los 100, 50 e incluso 25 mm. Algunas regiones interiores constituyen islotes hiperáridos (~ 5 mm/año). Las temperaturas son muy altas, con medias máximas superiores a 35 ºC en todo el territorio y a 40 ºC en la parte sur. La ETP (evapotranspiración) es muy elevada, a lo que se añade un gran número de horas de sol y la acción de vientos continentales que en nada mejoran la situación. El resultado es una aridez generalizada pero con matices. La aplicación del índice de aridez de la UNESCO da una amplia zona central hiperárida (< 0,05) y una cenefa árida (0,05-0,20). Las bolsas hiperáridas (< 5 mm/año) en el Tanezruft occidental, el Teneré y el desierto libio-egipcio evidencian el efecto de la continentalidad.

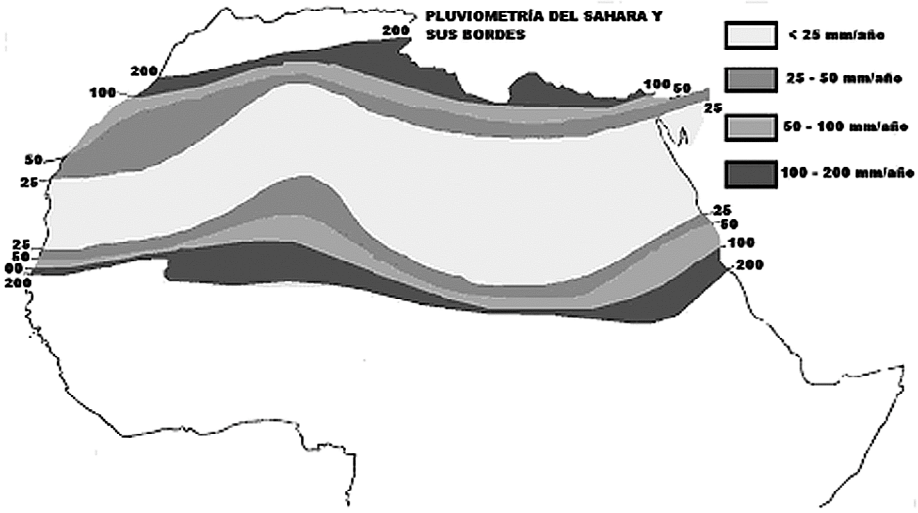
La razón de dicho clima es la posición de esta parte de África en el esquema general de las masas de aire del planeta. El Sáhara está casi siempre afectado por las células anticiclónicas tropicales y en medio de un aire seco y subsidente, a lo que habría que añadir la gran anchura del continente, que impide que las influencias marítimas lleguen al interior. De forma puntual, la presencia en la costa occidental de la corriente fría de Canarias acentúa la aridez en el litoral afectado por ella. Estacionalmente, las lluvias pueden llegar al Sáhara; en invierno, el descenso de las altas presiones hacia el ecuador permite la entrada de depresiones templadas a la zona norte del desierto; en verano, el desplazamiento de las altas presiones hacia el norte permite la llegada al borde saheliano de las tormentas asociadas al monzón (ITCZ).

A estas condiciones climáticas les corresponde una vegetación escasa y monótona. Los sustratos hostiles (*hamadas, regs* y *ergs*) están casi desprovistos de vegetación. En el resto, las variaciones climáticas y los dominios florísticos imponen cambios en la densidad y la composición del paisaje vegetal. Los tipos de vegetación también difieren en función de la naturaleza de los sustratos. Sobre los *loess* peridesérticos del norte del Sáhara abundan matorrales de poca altura *(Artemisa);* los márgenes de los *chotts* y los *sebkhas* están colonizados por halófilas (*Salsola* y *Atriplex*). Las áreas con precipitacio-

06 CRIADO.qxp 19/2/08 17:24 Página 105



Montañas y *ergs* del Sáhara. (Modificado de Adams *et al.*, 1996)



Pluviometría media del Sáhara

06 CRIADO.qxp 19/2/08 17:24 Página 106

nes anuales de entre 50 y 100 mm/año, presentan una escasa cubierta arbustiva, que pasa a herbácea en las áreas dunares; las áreas que reciben menor precipitación restringen la ocupación vegetal a los fondos de los *ueds*. En las regiones hiperáridas (< 10 mm/año), surge tras el paso de algún chubasco una cubierta efímera de herbáceas *(acheb)*. En el borde sur, la vegetación va del desierto a la estepa, y de ésta a una sabana herbácea con acacias. En las montañas, con mayor humedad y frescor, se produce un aumento de la densidad y el porte de la vegetación.

Problemas en el estudio de los paleoclimas del sáhara

Mientras que los estudios climáticos se basan en el análisis estadístico de datos meteorológicos, registrados en estaciones y observatorios meteorológicos, los estudios paleoclimáticos utilizan otras fuentes de información. La historia aporta datos precisos referidos a pocos miles de años (especialmente en Egipto, con registros para los últimos 4,5 ka), pero la mayor parte de la información procede de indicadores climáticos (los *proxy data* de los anglosajones), que derivan de disciplinas como la palinología, la malacología, la paleontología, la limnología, la geomorfología, la prehistoria, la geología marina, etc. Los avances de estas y la mejora de las técnicas de datación absoluta permiten dibujar un esquema, aún incompleto, de las variaciones de los climas saharianos a lo largo de los últimos 2,5 Ma. El Sáhara aparece como tal a finales del Plioceno, pero a lo largo del Cuaternario ha experimentado cambios en sus climas, que unas veces lo han llevado a convertirse en un área absolutamente hostil mientras que en otras fueron favorables a la vida y al poblamiento humano.

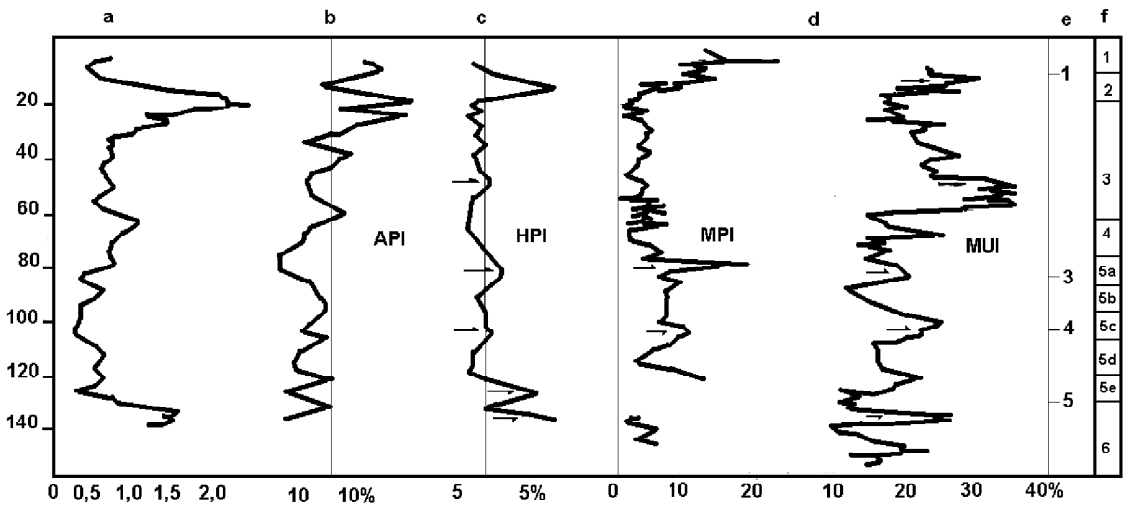
La enormidad del Sáhara y la intensa morfogénesis árida determinan una escasez de huellas paleoclimáticas. No se conoce ningún corte natural en el que se encuentre registrada toda su historia paleoclimática; esta ha de ser desentrañada a partir de restos aislados y, casi siempre, muy distantes entre sí. Hay periodos respecto a los que no se dispone de datos obtenidos sobre el continente, y es necesario acudir a los registros oceánicos para intentar rellenar estos huecos.

Las primeras evidencias del pasado climático de la Tierra en el Cuaternario se obtuvieron sobre los continentes (las glaciaciones alpinas), pero han sido los estudios de los testigos de sedimentos oceánicos los que han aportado una columna cronoestratigráfica de los periodos fríos y cálidos, basada en el análisis del isótopo $\delta^{18}O$ y en la cronología derivada del paleomagnetismo y dataciones de Th/U y ^{14}C. Ello ha permitido el reconocimiento de 102 oscilaciones del volumen del hielo a lo largo de los últimos 2,5 Ma. A estos episodios se los conoce con el nombre de *estadios isotópicos*.

Los fondos de los océanos se han constituido en los archivos mejor preservados de los paleoclimas cuaternarios. Ahora bien, ¿reflejan las variaciones en el contenido de $\delta^{18}O$ de sus sedimentos todos los cambios de clima sufridos por la Tierra, incluidos

06 CRIADO.qxp 19/2/08 17:24 Página 107

los que han afectado al Sáhara? Evidentemente no. Si bien los estadios isótópicos nos dan un marco general, las propias evidencias de los cambios climáticos saharianos provienen de los testigos que tales eventos han dejado en el registro geológico, geomorfólogico y arqueológico en forma de antiguos cordones dunares, terrazas aluviales, redes de drenaje heredadas, fondos de antiguos lagos y yacimientos arqueológicos, los cuales pueden darnos información para la reconstrucción de la secuencia paleoclimática. A estas fuentes se les añade el estudio de los contenidos en cuarzo de pólenes y sapropeles de los sedimentos marinos obtenidos en sondeos realizados en aguas próximas al Sáhara.



a. Presencia de arena eólica
b. Pólenes indicadores de aridez
c. Pólenes indicadores de humedad
d. Pólenes indicadores del monzón (MPI) y evolución del upwelling (Mui)
e. Sapropeles del delta del Nilo
f. Estadios isotópicos

Información aportada por los sedimentos marinos del Mediterráneo desde hace 140 000 años.
(Según Schild *et al.,* 1992)

06 CRIADO.qxp 19/2/08 17:24 Página 108

Las variaciones climáticas del Sáhara a lo largo del Pleistoceno Inferior y Medio

No hay pruebas de que, en el área que hoy ocupa el Sáhara, existiese el desierto hace más de 2,5 Ma. Por el contrario, los datos disponibles indican situaciones bastante húmedas en la región de Afar (Etiopia) entre 3,4 y 2,6 Ma, con presencia de grandes lagos; la fauna incluida en los sedimentos lacustres señala un clima húmedo: elefantes, hipopótamos, rinocerontes, equidos, bóvidos, cocodrilos... (Rognon, 1994).

Hace entre 2,5 y 2 Ma, el clima se vuelve más seco; aparecen evaporitas (yesos) en la secuencia sedimentaria lacustre. Esta situación se invirtió hace 1,8 Ma con nuevas condiciones de humedad y formación de lagos de agua dulce. Unas condiciones más frescas se detectan hace entre 1,7 y 1,6 Ma, condiciones que, no obstante, son coetáneas de un periodo árido observado en el macizo del Atakor (Hoggar, Sáhara Central) y acaecido hace entre 1,87 y 1,67 Ma (Rognon, 1994). Se ha datado algo más tarde, hace entre 1,5 y 1,3 Ma, una creciente aridificación, con extensión de estepas de gramíneas (80 %) y fauna de équidos y antílopes, en el Afar (Rognon, 1994).

Tras un hueco en el registro, los siguientes datos de los que se dispone nos los ofrece la arqueología y corresponden a la industria lítica achelense (sin fauna asociada). La única fecha disponible (Th/U) nos sitúa hace 350 ka en Bir Tarfawi (desierto occidental egipcio), a orillas de lagos y fuentes, hoy desaparecidos, que corresponden a una pulsación climática húmeda. En Mauritania se señalan numerosos yacimientos en los escarpes rocosos que bordean el Adrar y el Tagant, mientras que en el Sáhara Occidental los restos son escasos (Fernández, 1996; Vernet, 1989).

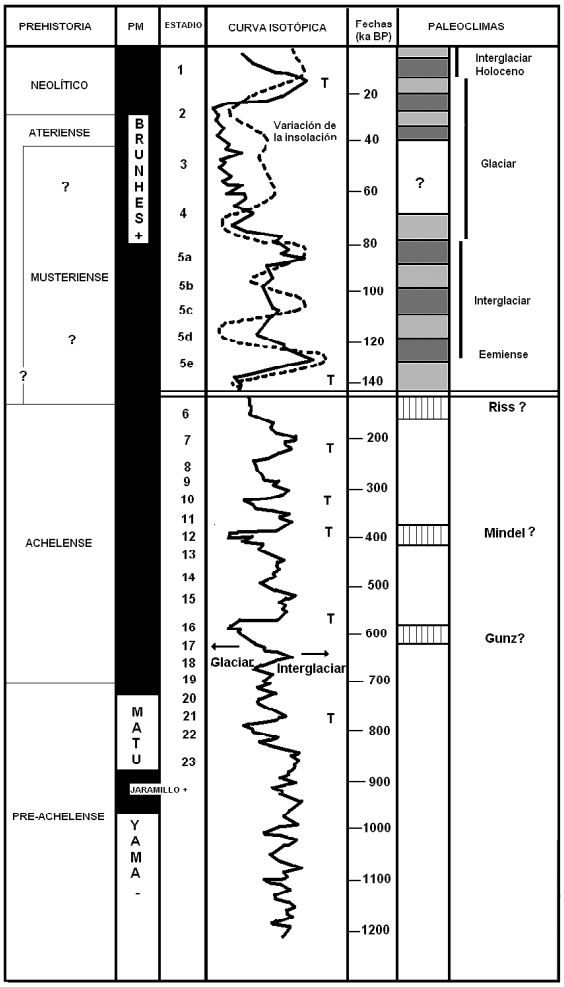
Los cambios climáticos del Pleistoceno Superior

Para los últimos 125 Ka, el número de datos se multiplica, y además son más fiables y susceptibles de ser datados por Th/U y ^{o}C.

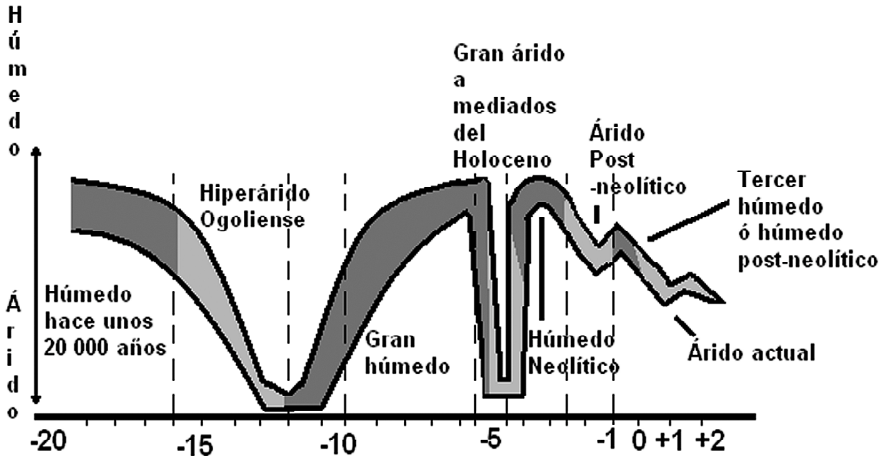
El inicio del estadio isotópico 5 se sitúa en torno a hace 125 ka. En ese momento se desarrolla un periodo interglaciar más cálido que el actual, lo que provoca una transgresión marina que eleva el nivel del mar de 2 a 6 m por encima del 0 actual (Eemiense).

Las pruebas de la existencia del desierto justo antes del estadio isotópico 5 aparecen en algunos puntos del litoral sahariano. En Mauritania, el Inchiriense (nombre local de la transgresión global fechada hace entre 125 y 80 ka), recubre antiguas dunas desérticas provenientes del interior del Sáhara (Rognon, 1994). El estadio isotópico 5 parece ser un periodo de drástica reducción, quizás de desaparición, del Sáhara. Hay numerosas evidencias; en Libia (27^{o} 30' N), hace entre 140 y 80 ka, hubo paleolagos de 100 km de largo y de 20-50 m de profundidad, en un área donde hoy la precipitación media se sitúa en torno a ¡10 mm/año! (Gaven et *al.*, 1981). En los *chott* de Argelia y Túnez, se reconocen paleorillas elevadas, fechadas hace entre 125 y 90 ka, indicativas también de un clima más húmedo que el actual (Caussé *et al.*, 1989). Los

06 CRIADO.qxp 19/2/08 17:24 Página 109



Esquema evolutivo con indicación de las fases culturales, periodos paleomagnéticos, estudios isótopicos y cronología absoluta. Periodos climáticos en el Sáhara: gris oscuro (húmedos), gris claro (áridos). Rayado vertical: glaciaciones europeas



Evolución climática de la parte sur del Sáhara en los últimos veinte mil años. (Basado en Muzzolini, 1996)

06 CRIADO.qxp 19/2/08 17:24 Página 110

estudios del polen extraído de los testigos oceánicos tomados a lo largo de la costa atlántica sahariana son significativos; muestran un retroceso del desierto hace entre 128 y 118 ka y 110 y 98 ka, con pequeños repuntes en los interestadios más frescos, acaecidos hace entre 118 y 110 ka y 98 y 84 ka (Hooghiemstra y Agwu, 1988). El estudio de los sapropeles depositados en el delta submarino del Nilo señala tres episodios de intensa acumulación, hace entre 116, 94 y 71 ka, fruto de grandes aportes de agua dulce muy ricos en materia orgánica (Rossignol-Strick, 1985).

Coincidiendo con este interglaciar parece que se desarrolla el Ateriense; más moderno que el Musteriense, está mejor representado que este, con las famosas *piezas pedunculadas*. Sus yacimientos se desarrollaron hace entre 150 Ka y 75 Ka, al borde de lagos y fuentes, asociados a fauna similar a la que aparece en torno al lago Chad (elefante, rinoceronte, hipopótamo, etc.) (Fernández, 1996). Todo parece indicar que, después del estadio isotópico 5, se vuelve a una situación de aridez. El enfriamiento global, iniciado en torno a 70 ka, se correspondería con un aumento del viento en el ámbito sahariano, capaz de evacuar mayores volúmenes de polvo (Shartein, 1981; Diesster-Hass, 1976), arrastrando hasta los océanos pólenes de especies adaptadas a la aridez.

Hay pocos datos que permitan reconstruir el periodo que va desde el inicio de la última glaciación hasta los últimos 20 ka. Todo parece indicar que se vuelve a reconstruir el desierto, aunque los interestadios se corresponderían con episodios de mayor humedad. Algunos autores consideran que el Ateriense alcanzaría momentos más recientes aprovechando fases húmedas acaecidas hace 46-40 ka, 38-22 ka (Chad), 28-24 ka (Sudán) y 40-21ka (Mauritania), y en el norte del Sáhara, hasta hace 15 ka (Fernández, 1996).

Hay pruebas de una brusca expansión del desierto hacia el sur, ocurrida hace unos 20 ka. A este episodio se le denomina Ogoliense. La progresión del desierto expandió las dunas hacia el sur entre 300 y 500 km (llegando a los 12º y 10º N). La aridez y el avance de las dunas desorganizaron las redes hidrográficas de algunos grandes ríos. El Senegal, falto de caudal, se perdía en un *erg* a 500 km de su actual desembocadura; el Níger moría en un delta interior, y el Logone no alcanzaba el lago Chad, que se secó y fue invadido por las dunas. El desierto Ogoliense se desarrolló más tarde, en el norte del Sáhara (hace 13 ka). El Sáhara creció en conjunto unos 2,5 millones de km^2 (Rognon, 1976, 1981 y 1994).

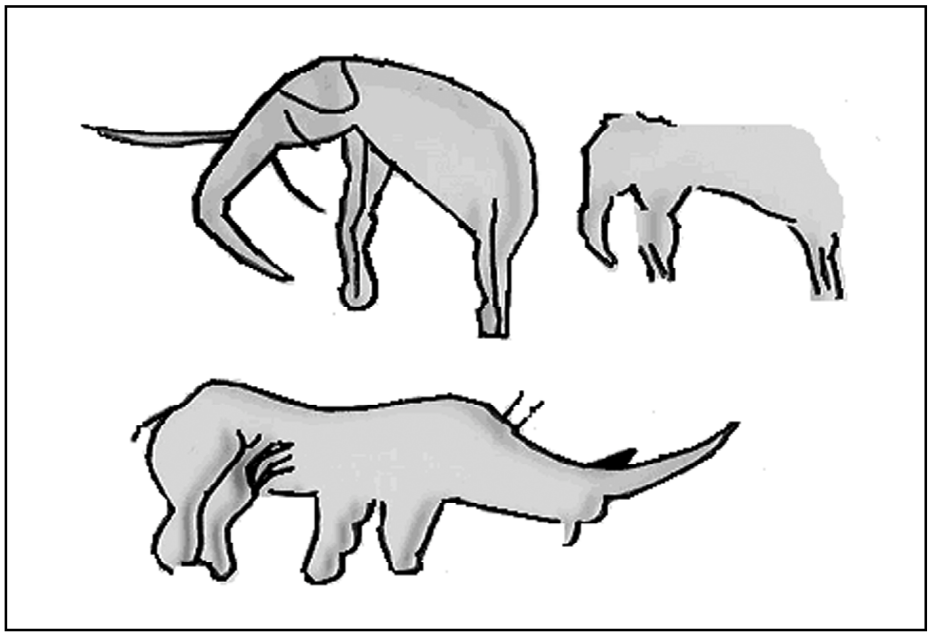
De forma súbita, se produjo la desaparición del desierto; en la margen sur del Sáhara, hace unos 12 ka, y en el borde norte, más tardíamente, hace aproximadamente 7 ka.

06 CRIADO.qxp 19/2/08 17:24 Página 111

Los climas del Holoceno

Tras la desaparición del desierto Ogoliense, tuvo lugar un episodio pluvial del que existen abundantes pruebas. Hace unos 11 ka el avance del monzón creó unas condiciones húmedas en todo el borde saheliano. Los ríos recuperaron sus cursos exorreicos, y el lago Chad alcanzó su máxima extensión; por todo el Sáhara meridional y central, las cubetas endorreicas se llenaron de lagos de agua dulce, en cuyos bordes se asentaron gentes dedicadas a la pesca y a la caza de grandes animales (elefantes, hipopótamos, rinocerontes, cocodrilos, etc.). Se desarrolló el arte parietal, dando lugar al estilo bubaliense, en la cultura llamada Epipaleolítico con cerámica. Estas condiciones bonancibles afectaron también a la parte norte, donde es posible que las borrascas templadas alcanzasen latitudes más meridionales que en la actualidad. Las condiciones húmedas duraron hasta hace unos 7 ka (Fernández, 1996; Muzzolini, 1985).

Tras este paréntesis húmedo, se produjo un corto episodio árido, entre hace 4,5 y 4 ka, que enfrentó a las poblaciones a una crisis ambiental. Tras ella, los cazadores recolectores se convierten en ganaderos (quizás como estrategia de supervivencia), y el Sáhara se llenó de pastores de vacas, que siguieron siendo cazadores y pescadores y que nos han dejado representaciones rupestres del llamado estilo bovidiense.



Calco de grabados del Sáhara Occidental que representan dos elefantes y un rinoceronte. (Basado en Pellicer y Acosta, 1972)

06 CRIADO.qxp 19/2/08 17:24 Página 112

Una sutil pero imparable aridificación provoca el enrarecimiento de las poblaciones de pastores; del 4 al 2,8 ka se va produciendo un despoblamiento. Llegan pueblos del norte (protoberéberes) con el carro y el caballo y quizás también con el cobre. El arte parietal nos muestra representaciones de carros, caballos y guerreros en el que se conoce como estilo equidiense.

En torno a la Era, el Sáhara está vacío. La creciente aridez va generando un abandono paulatino de la zona, demasiado seca para mantener los modos de vida que existían hasta esas fechas. Sin embargo, en torno al cambio de Era se van a producir importantes transformaciones tecnológicas: la introducción del dromedario, que permitió la aparición del nomadismo, y la palmera datilera, que posibilitó el desarrollo de la agricultura de oasis. El arte parietal se manifiesta en el llamado estilo cameliense.

Desde la aparición de la cultura nómada hasta la actualidad, los climas del Sáhara, si bien relativamente estables, han estado sujetos a cierta variabilidad. Los datos históricos señalan un periodo de mayores precipitaciones desde los inicios del siglo XVI hasta la primera mitad del siglo XVIII, que viene a coincidir con esa fase de enfriamiento denominada en Europa Pequeña Edad del Hielo (Nicholson, 1980).

A partir de ese momento, asistimos a fluctuaciones, de las cuales la más importante ha sido, sin duda, la gran sequía que afectó al Sahel entre 1968 y 1986 y que, además de generar un incremento de la frecuencia y la magnitud de las tormentas de polvo (Middleton, 1991), ocasionó un impresionante éxodo humano hacia las ciudades y el colapso de los modos de vida tradicionales.

El clima futuro: cambio climático y desertificación

Si tenemos en cuenta la situación global de África y la de las regiones saharianas y perisaharianas, el futuro es preocupante. El crecimiento poblacional en el Sahel y el norte de África está produciendo la sobreexplotación de la escasa cubierta vegetal; las necesidades energéticas y de forraje están provocando ya la desaparición del tapiz vegetal en amplias áreas, y sus los efectos se están dejando sentir bajo la forma de la removilización de las dunas ogolienses sahelianas. La apertura de pozos supone la concentración del ganado en áreas muy localizadas, con sobrepastoreo y pisoteo del terreno hasta su deterioro irreversible.

A esta realidad se le unen las probables consecuencias del cambio climático. Los escenarios apuntan a una disminución del volumen total de las precipitaciones y un aumento de su irregularidad en la franja norte del Sáhara, con las consiguientes pérdidas de cosechas, agostamiento de los pastos, sobrepastoreo y desprotección de las formaciones superficiales frente a los procesos geomorfológicos hídricos y eólicos. Para la franja saheliana aún no hay una proyección clara; es probable que el aumento de la temperatura del océano Atlántico provoque un incremento del monzón (ITCZ),

06 CRIADO.qxp 19/2/08 17:24 Página 113

pero si tenemos en cuenta un ascenso estimado de las temperaturas medias anuales en 2 ºC para el 2050, con el consiguiente incremento de la ETP, puede ocurrir que se dé la paradoja de que a unas precipitaciones algo mayores les corresponda un aumento de la aridez (IPCC, 2001).

Conclusiones

A lo largo del Cuaternario, el Sáhara ha sufrido importantes modificaciones en sus climas, alternándose periodos más húmedos (pluviales) con episodios más áridos.

Algunos de estos cambios han dejado restos geológicos, geomorfológicos, paleontológicos y arqueológicos; otros, por el contrario, no han dejado ningún tipo de huella y solo son rastreables a través del estudio de los sedimentos oceánicos.

Un problema metodológico importante viene dado por las dificultades de datación; a la escasez de materias susceptibles de ser datadas por las técnicas al uso se unen las propias limitaciones de estas. Quizás en el futuro, con avances en este campo, se pueda obtener una secuencia más fina de las variaciones climáticas saharianas.

Se reconoce una cierta correlación entre avance del desierto y enfriamiento generalizado en latitudes altas y medias (periodo glaciar), e interglaciares y periodos húmedos. Sin embargo, hay detalles contradictorios. Si examinamos los últimos 20 000 años, observamos que el máximo de la última glaciación coincidió con una extensión del Sáhara en unos 2,5 millones de km^2; el inicio del interglaciar se inaugura con una vuelta a condiciones húmedas (el llamado Pluvial Neolítico), pero muy poco después hay una nueva reinstalación del desierto, por lo que la correlación se rompe, incluso se invierte si consideramos el ambiente algo más húmedo coincidente con la Pequeña Edad del Hielo.

El cambio climático, unido a los actuales problemas de desertificación de las zonas limítrofes saharianas, sume a estas regiones africanas en un futuro de incertidumbre que hace necesaria una implicación del Primer Mundo, en especial de Europa.

Constantino Criado Hernández*

* Dirección para correspondencia: ccriado@ull.es

06 CRIADO.qxp 19/2/08 17:24 Página 114

Bibliografía

Adams, W. M., A. Goudie y A. R. Orme (1996): *Physical Geography of Africa.* Oxford: Oxford University Press.

Caussé, Ch., G. Conrad, J. Ch. Fontes, F. Gassé y E. Gibert (1989): «Two High levels of continental waters in southern Tunisia chotts at about 90 and 150 ka», *Geology,* 17: 922-925.

Diester-Hass, L. (1976): «Late Quaternary climatic variations in Northwest Africa deduced from East Atlantic sediment cores», *Quaternary Research,* 6: 299-314.

Fernández, V. (1996): *Arqueología Prehistórica de África.* Madrid: Síntesis.

Gaven, C., C. Hillaire-Marcel y N. Petit-Maire (1981): «A Pleistocene lacustrine episode in southeastern Libya», *Nature,* 290: 131-133.

Goudie, A. (2002): *Great Warm Deserts of the World.* Oxford: OUP.

Hooghiemstra, H., y C. O. C. Agwu (1988): «Changes of the NW African trade wind regime during the last 140,000 years: changes in pollen flux evidenced by marine sediment records». En M. Leinen y M. Shartein (eds.): *Paleoclimatology and Paleometeorology: Modern and past pattern of global atmospheric transport.* Dordrecht: Nato ASI Series, 733-770.

Desanker, P., y Ch. Magadza (eds.) (2001): «Africa». En IPCC: *Climatic Change 2001: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Disponible en <WWW.GRIDA.NO/CLIMATE/IPCC_TAR/WG2/PDF/WG2TARCHAP10.PDF>.

Middleton, N. (1991): *Desertification.* Oxford: OUP.

Muzzolini, A. (1985): «Les climats du Sahara et ses bordures, du Pléistocène final à l'áride actuel», *Empuries,* 47: 8 -27.

Nicholson, S. (1980): «Saharan Climates in Historic Times». En M. A. J. William y H. Faure (eds): *The Sahara and the Nile.* Róterdam: Balkema, pp. 173-200.

Pellicer, M., y P. Acosta (1972): «Aportaciones el estudio del arte rupestre del Sahara Español». *Tabona*, 1: 1-26.

Rognon, P. (1979): «Essai d' interpretation des variations climatiques au Sahara depuis 40 000 ans», *Revue de Géologie Dynamique et de Géographie Physique,* 18 (2-3): 251-278.

Rognon, P. (1980): «Une extension des déserts (Sahara et Moyen-Orient) au cours du Tardiglaciaire (18 000-10 000)», *Revue de Géologie Dynamique et de Géographie Physique,* 22 (4-5): 313-328.

Rognon, P. (1994): *Biographie d' un desert: Le Sahara.* París: L'Harmattan.

Rossignol-Strick, M. (1985): «Mediterranean Quaternary sapropels, an inmediate response of the african monsoon to variation of insolation», *Paleogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology,* 49: 237-263.

Shartein, M., G. Tetzlaff, B. Koopmann, K. Wolter y U. Pflaumann (1981): «Glacial and Interglacial wind regimes over the eastern subtropical Atlantic and north-west Africa», *Nature,* 293: 193-196.

Schild, R., F. Wendorf y A. E. Close (1992): «Northern and Eastern Africa climates changes between 140 and 12 thousand years ago». En F. Klees y R. Kuper (eds): *New Light on the Northeast African ast.* Colonia: Heinrich-Barth-Institut.

Vernet, R. (1989): *La Prehistoire de la Mauritanie.* Nuakchott: CNRS.

View publication stats