

PALEOVEGETACIÓN Y SU RELACIÓN CON LA VEGETACIÓN ACTUAL EN LA REGIÓN DE AL MADAM (SHARJAH, EMIRATOS ARABES UNIDOS)

Prof. Dra. Mercedes García Antón y Prof. Dr. Helios Sainz Ollero
Universidad Autónoma, Madrid

INTRODUCCIÓN

En el marco de la misión arqueológica hispano-francesa que viene desarrollándose desde hace algunos años en la región de Al Madam-Mleiha del Emirato de Sharjah (E.A.U.) se han llevado a cabo estudios botánicos, palinológicos y fitocenológicos, como complemento de las excavaciones. Joaquín Córdoba nos brindó la posibilidad de integrarnos en estos equipos multidisciplinares junto a otros compañeros de la Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma de Madrid que se ocupaban de Geología y Arqueozoología.

La paleofitogeografía y la palinología (estudio del polen fósil existente en sedimentos de distinta índole) son especialidades que pueden resultar útiles para la interpretación del entorno en que se desenvolvían las actividades de los pobladores de estos oasis, e incluso para, caso de encontrarse testimonios adecuados, analizar el grado de transformación del entorno que generaba el pastoreo y la agricultura. Cabía incluso la posibilidad de analizar la importancia que podían haber tenido en el pasado algunos fenómenos climáticos excepcionales que podrían haber dado lugar, por ejemplo, a inundaciones. Estas podrían verse reflejadas por la respuesta de la vegetación local y pudieran ser la principal explicación de la localización de estos asentamientos humanos en el piedemonte de las montañas de Omán.

No habíamos trabajado antes en la Península Arábiga pero si lo habíamos hecho en varias países de la franja norte y sur del Sahara por lo que contábamos con familiarizarnos sin demasiadas dificultades con la flora de esta zona, a pesar de que existen pocos trabajos de síntesis al respecto. Una flora moderna de la Península Arábiga viene elaborándose desde hace años bajo la dirección de botánicos ingleses pero solo ha aparecido hasta el momento el primero de seis tomos previstos (*Miller & Cope, 1994*). No obstante, existe una aproximación al catálogo florístico de los Emiratos Arabes Unidos (*Western, 1989*) que constituye una referencia de gran utilidad. Sobre la vegetación existían algunos datos en obras clásicas de mayor ámbito geográfico (*Vezey-Fitzgerald, 1957; Zohary, 1973*) o en la excelente síntesis ecológica de *Satchell (1978)*.

Nuestro trabajo en esta zona se orientó inicialmente según tres líneas complementarias :

- 1.- Reunir colecciones de referencia
- 2.- Estudiar el paisaje vegetal actual en un entorno amplio de los yacimientos.
- 3.- Identificar posibles sedimentos para la toma de muestras susceptibles de ser analizadas polínicamente.

Pretendíamos estudiar la vegetación actual en el entorno de los yacimientos para intentar comprender o referir los datos aislados o parciales que pudiéramos obtener de los sedimentos analizados y así intentar profundizar en algunos de los interrogantes que se planteaban :

¿En que medida el entorno condicionó el proceso de sedentarización de los habitantes de estos oasis?

¿Era muy distinto el paisaje en que se desenvolvían las gentes de la Edad del Hierro o de la cultura del Tercer Milenio?

¿Era ya intensa en esta época la aridez que actualmente caracteriza la zona?

Durante las estancias en los Emiratos Arabes Unidos de febrero de 1995 y 1996 se elaboró un catálogo florístico, se inició un herbario, una colección de referencia de muestras polínicas, maderas y frutos, y se tomaron inventarios de vegetación en los principales hábitats. Para poder interpretar la paleovegetación y sus fluctuaciones se recogieron muestras en los yacimientos arqueológicos y sedimentos de algunos "wadis" (**fig. 1**)

Se han identificado 169 especies de plantas en el área septentrional de los emiratos. La flora de este país contiene 501 taxones según *Western (1989)*, de los cuales alrededor de un 10% son plantas alóctonas, utilizadas como ornamentales o cortavientos.

Las copiosas lluvias que tuvieron lugar durante el invierno 95-96 produjeron una gran expansión de las plantas de ciclo anual (terófitos efímeros) que ha repercutido ampliando el catálogo y nos permitió conocer un atípico paisaje desértico cubierto por praderitas verdes, el "acheb" tan buscado por los pueblos nómadas como sustento de sus rebaños.

Realizaremos en primer lugar una aproximación sintética al paisaje vegetal actual en el entorno de los yacimientos de la región de Mleiha-Al Madam y posteriormente un comentario sobre los resultados obtenidos hasta el momento en los análisis polínicos.

EL PAISAJE VEGETAL

El paisaje vegetal de los Emiratos, como es habitual en las zonas desérticas, está fuertemente condicionado por las unidades ambientales o fisiográficas del territorio, que tienen una base esencialmente geomorfológica (**fig. 2**).

En una primera aproximación cabe diferenciar 10 unidades ambientales o hábitats que están asociados con tipos de vegetación más o menos diferentes. Creemos que estos hábitats forman parte de tres sistemas ambientales relativamente independientes que son : el litoral, el extremo septentrional del Desierto de Rub' al Khali y las Montañas de Omán (calizas y ofiolitas ultrabásicas). Con esta última unidad están relacionados extensos piedemontes (glacis de erosión y depósitos sedimentarios) surcados por cursos de agua estacionales ("wadis").

El litoral comprende :

- "lagoons" costeros

- "sebkahs" salinas
- sistemas dunares litorales de arenas blancas conchíferas.

El Desierto de Rub'al Khali es en esta zona un desierto arenoso atenuado caracterizado por paisajes dominados por:

- "ergs" (dunas de arenas rojizas silíceas)
- En la unidad de las Montañas de Omán o de Hajar cabe diferenciar:
- alineaciones calcáreas (Cretácico-Paleógeno)
- el complejo ofiolítico (rocas ultrabásicas paleozoicas)
- el macizo calcáreo de Mussamdam
- "wadis"

En el piedemonte de las montañas, un gradiente en el tamaño y naturaleza de los materiales depositados permite diferenciar dos unidades bien distintas desde el punto de vista de su vegetación:

- "regs" pedregosos
- llanuras aluviales limosas

Por sus reservas hídricas y mejores suelos esta última unidad ambiental sirvió de base a los principales asentamientos humanos que se registraron en la zona a lo largo de la historia: Rumeilah, Hili, Mleiha, Al Madam, etc.

Comentaremos a continuación algunos de los rasgos paisajísticos más sobresalientes de las unidades anteriormente reseñadas. La **figura 3** sintetiza la zonación de las principales fitocenosis del territorio en relación con los diferentes hábitats siguiendo un perfil este-oeste a través del paralelo de 25° 16' de latitud Norte.

El paisaje costero está caracterizado por marismas costeras o "lagoons" donde se asientan manglares monoespecíficos de *Avicenia marina* y por pequeños sistemas dunares de arenas blancas de origen marino que a menudo circundan lagunas salinas ("sebkhas") o estuarios de poco fondo ("creeks"). Los mangles tienen raíces aéreas (pneumatóforos) que les permiten vivir en el ambiente asfixiante del barro y una elevada presión osmótica para contrarrestar el exceso de sal.

En las lagunas salinas estacionales ("sebkhas") dominan quenopodiáceas y zigofiláceas de hojas crasas integrando los matorrales halófilos que forman bandas en el entorno de las depresiones y al pie de las dunas. Los taxones más frecuentes son: *Arthrocnemum macrostachyum*, *Halopeplis perfoliata* y *Zygophyllum hamiense*. Una Orobancácea de vistosas flores amarillas (*Cistanche tubulosa*) aparece a menudo parasitando las raíces de las Quenopodiáceas.

Las dunas están cubiertas por comunidades psamófilas de mayor diversidad donde destacan gramíneas, boragináceas o poligonáceas. Merece destacarse la presencia de *Ephedra foliata*, *Calligonum comosum*, *Cornulaca leucantha* y toda una serie de gramíneas que también aparecen en las dunas del Sahara o Arabia. En los claros es frecuente la presencia de *Moltkiopsis ciliata*, una boraginácea parecida a nuestras "viboreras" que presenta pequeñas hojas protegidas por pelos rígidos frente a la desecación y los herbívoros.

En la península de Omán, el extremo más oriental del desierto de Rub'al Khali está constituido por un paisaje de dunas rojizas silíceas semifijas por una vegetación relativamente abundante debido a la humedad ambiental inducida por la proximidad del mar.

Las precipitaciones horizontales sustentan unas estepas psamófilas bastante ricas donde dominan gramíneas de géneros comunes con las sabanas africanas. Las especies más conspicuas son *Panicum turgidum* y *Pennisetum divisum* que forman grandes macollas. Además, son muy características algunas asclepiadáceas áfilas que tienen tallos asimiladores como adaptación a la fuerte aridez: *Periploca aphylla* y *Leptadenia pyrotechnica*. En los "corrales" interdunares, depresiones ligeramente más húmedas cuando el sustrato es impermeable, es frecuente la manzana de Sodoma (*Calotropis procera*), también asclepiadácea, y la coloquintida (*Citrullus colocynthis*), una cucurbitácea.

Tras las lluvias algunas zonas de las dunas se cubren por praderitas de plantas anuales muy efímeras (el pasto conocido como "acheb" por los nómadas) donde dominan crucíferas como *Eremobium aegyptiacum* o cariofiláceas como *Silene villosa*. *Neurada procumbens*, una diminuta planta con frutos pinchosos muy bien preparados para una dispersión eólica o antropozoógena constituye una singularidad fitogeográfica pues pertenece a una familia, las rosáceas, típica de las zonas templado-frías y muy poco representada en los desiertos cálidos.

El macizo calcáreo de Musandam, en las proximidades del estrecho de Ormuz, es el hábitat de estepas dominadas por matas leñosas de pequeña talla y refugio para taxones singulares como el almendro áfilo (*Amigdalus arabicus*), la umbelífera espinosa *Pycnocycla caespitosa* o el helecho subtropical *Onychium divaricatum*. Pero las montañas que alcanzan más importancia en los emiratos son las constituidas por materiales pertenecientes al complejo ofiolítico que se extienden a lo largo de la frontera con Omán. En ellas la vegetación esta constituida por matorrales abiertos adaptados a la intensa erosión (relieves ruiformes) que es propia de estas montañas. Dominan táxones como *Euphorbia larica*, *Pulicaria glutinosa*, *Jaubertia aucheri*, *Gymnocarpos decandrum*, *Tephrosia apollinea*, etc. Las acacias, con tallas progresivamente menores a medida que ascienden por las montañas salpican estas estepas hiperxerófilas. La vegetación puede localmente llegar a ser abundante en algunos valles interiores algo más húmedos como el de Hatta donde se registró una gran riqueza florística.

La mayor diversidad vegetal se concentra en las proximidades de los cursos de agua estacionales. Cañones y "wadis" en las montañas constituyen el refugio para una serie de taxones arbóreos propios de ambientes tropicales que actualmente solo sobreviven en los Emiratos en estos enclaves microclimáticamente favorecidos. Destacan entre estas plantas relictas de familias tropicales, *Cocculus pendulus*, una liana rupícola de las menispermáceas, *Ficus salicifolia*, morácea, y *Dodonaea angustifolia*, sapindácea. Además, merecen ser citados otros árboles relacionados con la flora esteparia terciaria como *Moringa peregrina*, perteneciente a las moringiáceas, una familia endémica de los países que circundan el noroeste del Indico; *Maerua crassifolia*, una caparidácea perteneciente a la "Rand Flora" africana y *Ziziphus spina-christi*, un azufaifo freatófito de la familia de las ramnáceas.

Los relieves calcáreos constituyen alineaciones paralelas a las montañas de Omán y juegan un importante papel ecológico frenando el avance de las dunas desérticas y reteniendo los sedimentos que transportan los ríos. Estos procesos han favorecido la extensión de amplias superficies de acumulación y llanuras aluviales. En las elevaciones calizas se

desarrollan estepas muy abiertas en las que resultan característicos *Capparis cartilaginea*, *Ochradenus arabicus*, *Convolvulus virgatus*, *Aerva javanica*. Entre las especies más frecuentes figuran *Euphorbia larica*, *Jaubertia aucheri* o *Gymnocarpos decandrum*, y entre las más singulares *Caralluma arabica*, *Hyosciamus muticus* y *Schweinfurthia papilionacea*.

En las llanuras del piedemonte de las montañas de Omán la vegetación está constituida por estepas sabanoides. Sobre los "regs" pedregosos se instalan acacias (*Acacia tortilis* = *A. raddiana*), cariofiláceas, rubiáceas, compuestas y una solanácea, *Lycium shavii*. En las depresiones algo más húmedas se concentran *Calotropis procera* y *Rhazia stricta*, y en los claros alcanzan un importante desarrollo las praderas de plantas anuales después de las lluvias.

En las llanuras aluviales limosas, al pie de las alineaciones calcáreas las estepas están dominadas por *Prosopis cinerea*, ("ghaff tree") un árbol muy apreciado de la familia de las leguminosas que constituye un valioso forraje. En el estrato arbustivo domina una quenopodiácea, *Hammada elegans*, y bajo los árboles aparecen algunas plantas ruderales como consecuencia del pastoreo y la acumulación de materia orgánica.

ESTUDIO PALINOLÓGICO

En este último encuadre paisajístico, constituido por una estepa arbolada en la que se aprecia una marcada influencia antropógena consecuencia de la utilización del territorio como oasis agrícola, se localizan los yacimientos de Mleiha y Tuqeibah.

Se ha abordado el estudio polínico de algunas muestras aisladas procedentes de estos yacimientos arqueológicos con el fin de detectar la presencia de granos de polen contemporáneos con ellos, así como algunas pertenecientes a sedimentos limosos puestos de manifiesto en un perfil excavado por un afluente del wadi Yudahah, muy próximo a Mleiha.

Se ha intentado reconstruir la vegetación pasada en el entorno próximo a estos yacimientos a partir del análisis polínico realizado en distintos tipos de sedimentos:

1. Sobre muestras aisladas extraídas de algunos sitios de ocupación. Por ejemplo en Mleiha: suelos de fortificaciones, sedimentos de niveles fosilizados por muros caídos, incluso en adobes o morteros utilizados en las construcciones.
2. Sobre sedimentos de relleno de casas en Tuqeibah.
3. En sedimentos limosos dejados por un afluente del wadi Yudahah.

En estos dos últimos casos donde existía un perfil estratigráfico, hemos realizado un muestreo regular sobre los perfiles expuestos, con un intervalo de separación de muestras de 20 cm.

Para el aislamiento de los granos de polen (tanto en los limos del wadi como en las muestras procedentes de los sitios arqueológicos) se ha seguido el tratamiento químico clásico para este tipo de sedimentos (ataque con ácidos y bases), al que se ha añadido una técnica de flotación para concentrar el polen mediante la utilización de CL₂Zn a densidad 1,9 (Cour, 1974).

Los resultados de este análisis, dado el número de muestras que fueron tratadas, es más bien escaso. Las muestras pertenecientes a los recintos arqueológicos, tanto de Mleiha como de Tuqeibah, resultaron polínicamente estériles. Mientras que las procedentes de los limos

del wadi sólo contenían polen las pertenecientes a los 80 cm superiores.

Esta esterilidad es debida a los ya conocidos procesos de oxidación que se producen en este tipo de medios y que afectan a la cubierta externa del polen (exina) provocando la destrucción y la no fosilización de los mismos. Se consideran polínicamente estériles también a aquellas muestras donde sólo aparece un número bajo de pólenes que además coincide con pólenes de exinas muy resistentes, indicándonos que ha habido una conservación diferencial que no va a representar el paisaje vegetal en un determinado momento.

Nos centramos por tanto en los resultados procedentes de estos últimos 80 cm de los limos del wadi representadas por 4 muestras de las 11 analizadas.

Se cuenta con dos dataciones de C^{14} a 0.5 m (4175 ± 110 BP) y a 1 m (4990 ± 205 BP), realizadas sobre conchas de gasterópodos en el laboratorio de Radiocarbono CNRS/ Lyon I y proporcionadas por R. Dalongeville. Estas edades permiten encuadrar los datos polínicos de la pequeña secuencia en un marco anterior a los asentamientos humanos en Mleiha dado que parece probable que hayan desaparecido por erosión la parte superior de estos depósitos limosos si se tienen en cuenta las dataciones absolutas que ponen de manifiesto una tasa de sedimentación baja.

Los resultados polínicos reflejados en el diagrama (Fig. 4) muestran un paisaje desértico que concuerda básicamente con el paisaje actual que puede observarse en esta región, bajo unas precipitaciones medias de 100 mm/año. Esta aridez en el paisaje presente en general para toda la península arábiga parece haberse iniciado poco después de los 6000 años BP según ponen de manifiesto estudios geomorfológicos (Dalongeville *et al.*, 1993), dataciones absolutas (McClure, 1976) o análisis polínicos (Van Campo, 1983). No obstante, pueden extraerse de esta secuencia polínica algunas particularidades locales.

En la presentación de taxones en el diagrama se ha optado por el establecimiento de dos grandes grupos: árboles-arbustos y herbáceas. El primer grupo formado por plantas leñosas que marcan el paisaje dominante durante todo el año bajo estas condiciones climáticas de aridez, mientras que las herbáceas en su mayoría anuales supone una parte mínima de representación paisajística tras el periodo de lluvias.

Lo más llamativo en el diagrama son los altos porcentajes del grupo de herbáceas, debido fundamentalmente a la alta representación de cariofiláceas. Probablemente estén sobrerrepresentadas en este grupo ya que esta familia tiene representantes no sólo herbáceos (*Silene villosa*, *Paronychia arabica*, etc.) sino también leñosos (como *Gymnocarpus decandrum*) que no han podido ser separados polínicamente por lo que la representación global de leñosas sería más elevada que la que aparece como sumatorio en el diagrama. Este mismo problema sucede en la segunda familia más representada, las quenopodiáceas, donde también hay especies arbustivas bastante significativas en el paisaje como la ya mencionada *Hammada elegans*. No obstante, los porcentajes de quenopodiáceas, en estos sedimentos próximos a Mleiha, aunque elevados (entre 15 y 20%) no alcanzan las cifras de otros yacimientos de ambiente árido como muestran por ejemplo los análisis polínicos de algunos sitios arqueológicos de Qatar (Bonnefille & Riollet, 1988).

Respecto a las especies arbóreas, actualmente están presentes en zonas próximas las leguminosas *Prosopis spicigera* y *Acacia tortilis*, la palmera datilera (*Phoenix dactylifera*) o la jojoba silvestre (*Ziziphus spina-christi*). Sólo se ha encontrado polen de *Prosopis* en unos porcentajes muy bajos; como leguminosa es una especie entomófila y por tanto de escasa producción y dispersión polínica por lo que su representación en los sedimentos fósiles va a ser siempre escasa y sin embargo se puede asegurar que su participación en el paisaje ha sido más importante de lo que los datos porcentuales que aparecen en los histogramas pudieran indicarnos. La otra leguminosa, *Acacia*, a los mismos problemas de representatividad que la especie anterior se le añade su probable mayor distanciamiento del sitio puesto que parece preferir suelos no limosos.

La representación de plantas arbustivas en los análisis polínicos es también escasa (*Ephedra*, *Gaillonia*, *Dodonaea*, *Euphorbia larica*). Estos y otros arbustos (entre ellos los casos mencionados de cariofiláceas y quenopodiáceas) junto con los taxones arbóreos son en la actualidad los componentes más llamativos del paisaje vegetal durante todo el año y sin embargo parecen no quedar reflejados en los análisis. Como señala Ritchie (1994) en las regiones áridas la mayoría de los taxones están infrarrepresentados en los sedimentos sin ser necesariamente poco productores o entomófilos. Sólo las plantas herbáceas perennes y sobre todo las anuales en su periodo de explosión tras las lluvias aumentan considerablemente la diversidad de taxones, y cuantitativamente en los espectros polínicos aparecen mejor representados.

La presencia de ciperáceas y en algún momento de las leñosas *Dodonaea viscosa* y *Dyerophytum* que crecen en los bordes de algunos wadis está indicando una humedad edáfica más o menos constante. Hoy día están ausentes en este afluyente del wadi Yudahah que sólo lleva agua en época de lluvia, aunque pueden verse en otros wadis del emirato, como en las próximas alineaciones montañosas de Hajar.

Esta relativa humedad edáfica es probable que haya motivado posteriormente el asentamiento humano en estos lugares más favorables, desarrollando, para un mejor aprovechamiento de los recursos hídricos, los interesantes sistemas de canalización conocidos como "falaj". No obstante, la presencia de polen de tipo cereal hace pensar en la presencia del hombre, al menos esporádicamente, por estos lugares utilizando para el cultivo los terrenos más próximos a los wadis.

Desde el punto de vista dinámico, en esta pequeña secuencia polínica se observa una tendencia hacia un claro aumento de cariofiláceas desde las muestras más antiguas (55%) a las más superficiales (80%), mientras que asteráceas tubulifloras, quenopodiáceas, poáceas y *Ephedra* experimentan una disminución.

Este hecho parece poner de manifiesto una reducción de los hábitats salinos que podría deberse a un proceso de aridificación que habría reducido los depósitos de limos salobres siendo sustituidos por un mayor aporte de arenas procedentes del desierto de Rubal Khali.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS :

- Bonefille, R. & Riollet, G. (1988). Palynologie des sédiments holocènes de sites archéologiques de Qatar. In : M.L. Inizan (ed.), Prehistoire à Qatar. Tome 2. Ed. Recherches sur les civilisations. Paris : 137-146
- COUR, J.P. (1974). Nouvelles techniques de détection des flux et des retombées polliniques : étude de la sédimentation des pollens et des spores à la surface du sol. *Pollens et Spores*, 16(1) : 103-141.
- DALONGEVILLE, R., MEDWECKI V. & SANLAVILLE, P. (1993). Évolution du piemont occidental de l'Oman depuis le Pléistocène supérieur. In : Les deserts : passé, présent, futur. Ed. C.T.H.S., p. 97-109.
- GRIMM, E. (1992). Tilia, version 1.12. Illinois State Museum. Research and Collection Center. 1920 South 10 Street. Springfield. IL 62703. USA.
- McCLURE, H.A. (1976). Radiocarbon chronology of late Quaternary lakes in the Arabian desert. *Nature*, 263 : 755-756.
- MILLER, A.G. & COPE, T.A. (Eds.) (1994). *Flora of the Arabian Peninsula and Socotra*. University Press, Edinburgh.
- RITCHIE, J.C. (1994). Holocene pollen spectra from Oyo, northwestern Sudan : problems of interpretation in a hyperarid environment. *Holocene*, 4(1) : 9-15.
- SATCHELL, J.E. (1978). Ecology and environment in the United Arab Emirates. *Journal of Arid Environments* 1 : 201-226.
- VAN CAMPO, E. (1983). Paléoclimatologie des bordures de la mer d'Arabie depuis 150.000 ans. Analyse pollinique et stratigraphie isotopique. Thèse, Univ. Sci. et Techn. Languedoc, Montpellier, 114 pp.
- VEZEY-FITZGERALD, D.F. (1957). The vegetation of central and eastern Arabia. *Journal of Ecology* 45 : 779-798.
- WESTERN, A.R. (1989). *The Flora of the United Arab Emirates : An Introduction*. U.A.E. University.

ZOHARY, M. (1973). Geobotanical foundations in the Middle East. 2 vol. Stuttgart-Amsterdam.

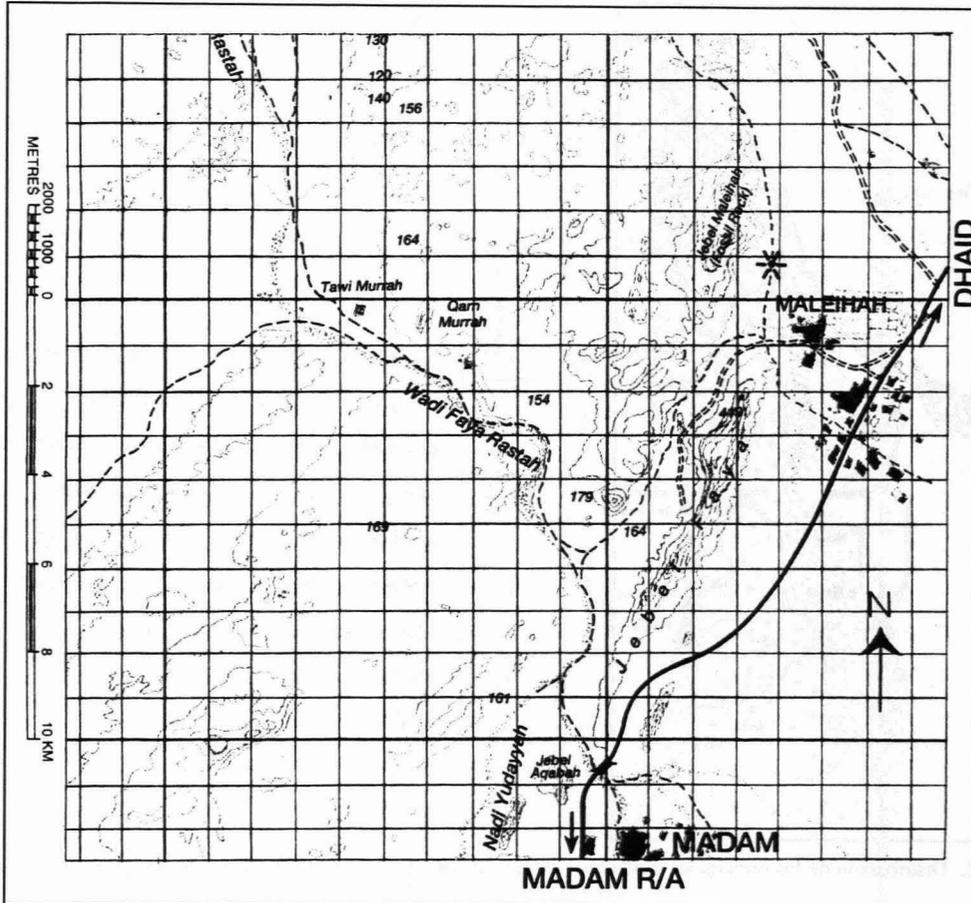
Leyenda de Figuras :

Figura 1. Localización de los sitios muestreados.

Figura 2. Distribución de las principales unidades fisiográficas del territorio en el norte de los Emiratos Arabes Unidos.

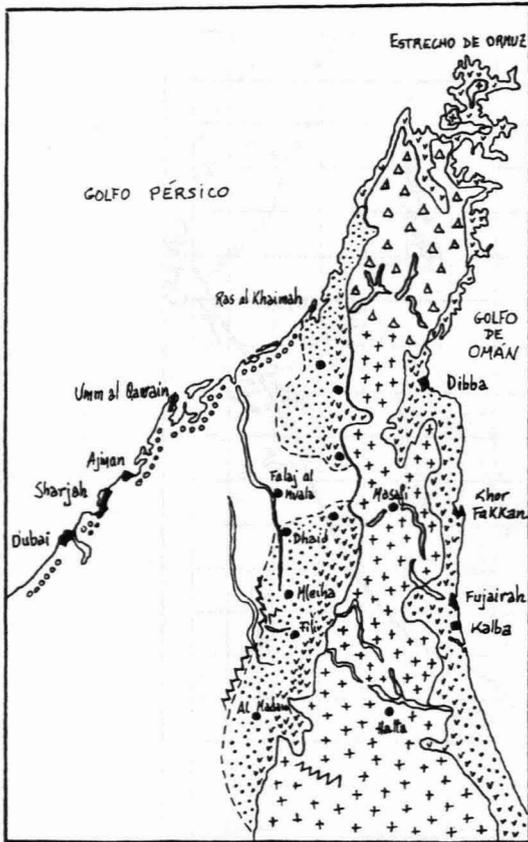
Figura 3. Catena esquemática de los principales tipos de vegetación en el trayecto Sharja-Al Madam-Kalba.

Figura 4. Diagrama polínico de un perfil del wadi Yudayah.



* toma de muestras

Figura 1. Localización de los sitios muestreados.



- | | |
|---------|---|
| oooooo | "Lagoons", "sebkahs" y sistemas dunares costeros |
| | "ergs" de arenas rojas (Rub 'al Khali) |
| ~~~~~ | alineaciones montañosas calcareas |
| △△△ | macizo calcareo de Mussamdah |
| + + + + | montañas de Hajar. Ofiolitas (rocas ultrabásicas) |
| ▽▽▽ | "regs" pedregosos al pie de las montañas |
| | llanuras aluviales limosas |
| •• | nucleos urbanos |
| ~ | "wadis" |

Figura 2. Distribución de las principales unidades fisiográficas del territorio en el norte de los Emiratos Arabes Unidos.

Wadi Yudayah, Meilha (Sharjah). 150m.
 Diagramme pollinique de pourcentages

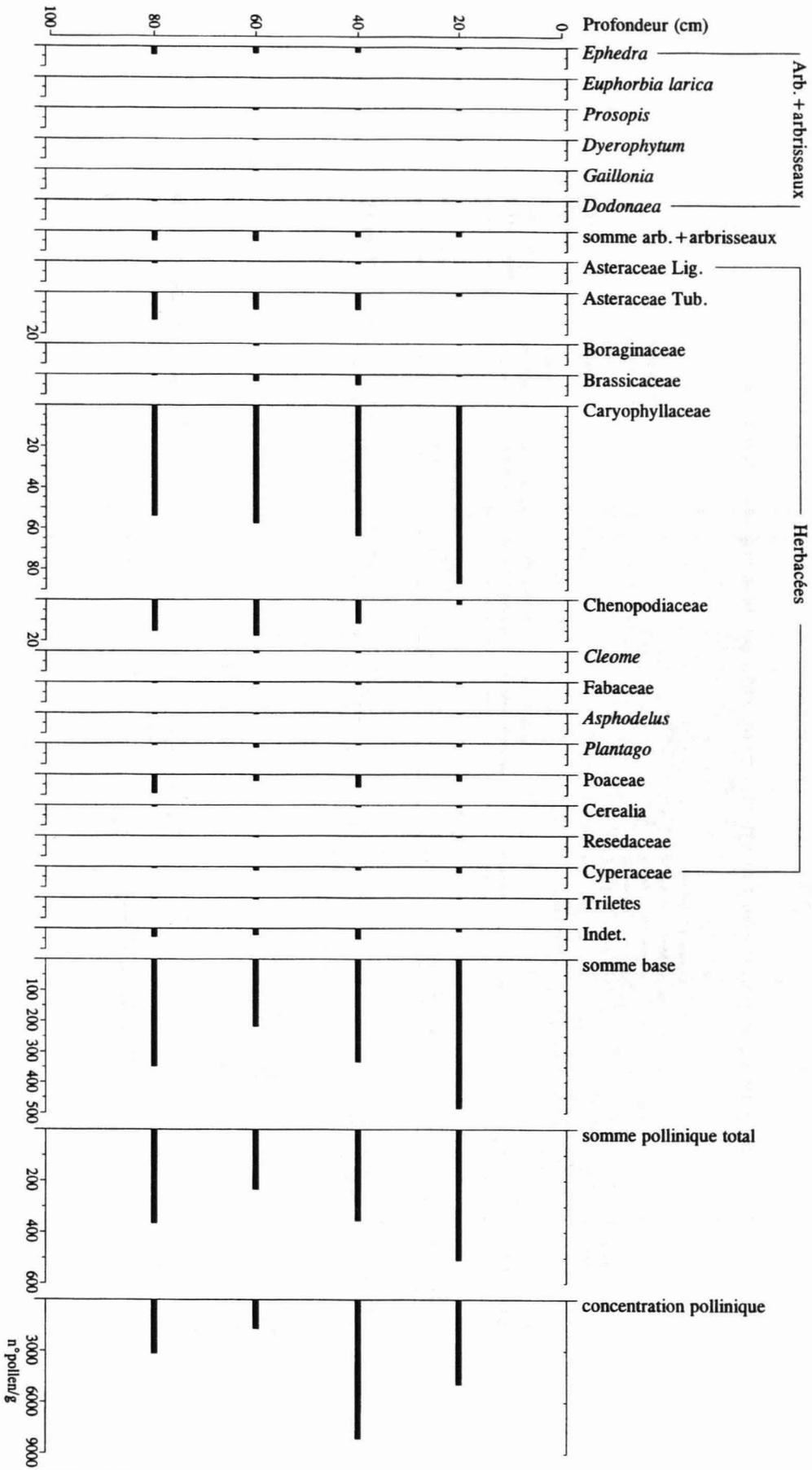


Figura 4. Diagrama polínico de un perfil del wadi Yudayah.