# COMPOSICIÓN MINERALOGICA DE LAS ACUMULACIONES EÓLICAS HOLOCENAS DE CAFAYATE (NO DE ARGENTINA): DATOS PRELIMINARES

M.C. OSÁCAR <sup>(1)</sup>, C. SANCHO <sup>(1)</sup>, J.L. PEÑA <sup>(2)</sup>, F. RIVELLI <sup>(3)</sup>, R. GARCÍA <sup>(4)</sup> Y V. RUBIO <sup>(5)</sup>

<sup>(1)</sup> Dpto. Ciencias de la Tierra, Universidad de Zaragoza, 50009-Zaragoza.

- <sup>(2)</sup> Dpto. de Geografía y Ordenación del Territorio, Universidad de Zaragoza, 50009-Zaragoza.
- <sup>(3)</sup> Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Salta, 4400-Salta, Argentina.

## INTRODUCCIÓN

La depresión de Santa María, donde se ubica la localidad de Cafayate (Provincia de Mendoza, NO de Argentina), es una cuenca tectónica intramontana drenada por el río de las Conchas. El fondo de la depresión se sitúa a una altitud entre 1600 y 1700 m, siendo sus condiciones climáticas actuales semiáridas. Los bordes montañosos están compuestos de materiales ígneos y metamórficos precámbricos y paleozoicos. En la cuenca afloran materiales areniscosos mesozoicos y cenozoicos, intensamente afectados por mecanismos de meteorización física, si bien predominan sedimentos aluviales asociados con extensos abanicos aluviales cuaternarios provenientes de los bordes montañosos. El centro de la cuenca está ocupado por sedimentos lacustres del Pleistoceno superior (40-25 ka) acumulados en áreas represadas por deslizamientos que obturan el drenaje del río de las Conchas (Trauth & Strecker, 1999; Trauth et al., 2003). En los alrededores de Cafayate, durante el Holoceno superior, se ha desarrollado un extenso campo de dunas (Cortelezzi et al, 1984), con morfologías longitudinales y parabólicas, cuya evolución parece controlada por cambios climáticos recientes y por la acción antrópica en tiempos históricos. Localmente estas acumulaciones presentan un elevado grado de funcionalidad bajo el dominio de vientos del NE. Aunque se han realizado algunos estudios granulométricos y mineralógicos (Cortelezzi et al, 1984) dirigidos hacia las industrias del vidrio y constructiva, apenas existen investigaciones relacionadas con el origen de estas acumulaciones eólicas. La mineralogía puede proporcionar información sobre la procedencia de los materiales arenosos, así como de los procesos sufridos por los mismos, de interés geomorfológico y paleoambiental (Muhs & Holliday, 2001; Muhs, 2004). En este sentido, se intenta establecer posibles relaciones entre los materiales lacustres, las dunas estabilizadas y las dunas activas, a partir de su caracterización mineralógica.

## METODOLOGÍA

Se han tomado muestras de las dunas actuales (CTE-A, CTE-B, CTE-C), de las fósiles (CTE-1, CTE-2, CTE-3, CTE-4, CTE-5, CTE-6), así como de los materiales lacustres circundantes (CTE-L1, CTE-L2, CTE-L3); sobre estos materiales se realizó un análisis granulométrico por métodos mecánicos. La composición mineralógica de la muestra total se ha determinado por difracción de rayos X (DRX), tanto en la muestra total como para las fracciones moda-



Figura 1: Distribuciones granulométricas acumulativas de los materiales estudiados.

les. Se ha efectuado un análisis semicuantitativo utilizando los valores de RIR de la bibliografía (Kath, et al., 1991; Hillier, 2003; Muhs, 2004). Los resultados que se presentan corresponden al promedio de las dos fracciones, puesto que las diferencias entre ambas eran mínimas. Para comparar resultados, los materiales lacustres se han analizado en las fracciones que corresponden a las modas presentes en las dunas, excepto en la muestra CTE-L3, en la que estas fracciones eran demasiado escasas.

Además, se ha hecho un recuento de minerales pesados en los materiales de las dunas y lacustres, sobre la fracción de 63  $\mu$ m. La separación se hizo con bromoformo (P.e.=2.9) y la identificación mediante microscopía óptica, contando cien granos de muestra.

#### **RESULTADOS**

Los resultados de las granulometrías aparecen en la figura 1 como distribuciones acumulativas. En ellas se puede observar el alto grado de clasificación de los materiales eólicos. El rango intercuartílico (sedimentos que incluyen hasta el 25% y hasta el 75% de la población), se extiende desde 177 a 105µm para las dunas actuales, y desde 200 a 88µm en las fósiles, excepto la CTE-4, cuya distribución es apreciablemente anómala, con predominio de tamaños menores. Las muestras lacustres tienen un rango mucho mayor (500 a <37µm). Esto significa que los materiales lacustres consiguen una clasificación peor que los eólicos, como era esperable, y que las dunas recientes presentan una distribución ligeramente mejor que las fósiles.

Respecto a las fracciones modales, las dunas actuales presentan valores de 125 $\mu$ m (CTE-B y C) y 146 $\mu$ m (CTE-A); la mayoría de los de las dunas fósiles presentan valores idénticos (125 $\mu$ m en CTE-3, 5 y 6 y 146 $\mu$ m para CTE-2), aunque CTE-1 presenta valores modales casi iguales en 105 $\mu$ m y 125 $\mu$ m. La muestra CTE-4, cuya distribución granulométrica resultaba anómala, exhibe una distribución plurimodal, con un máximo en 74 $\mu$ m, valor que corresponde a materiales mucho más finos que el resto. Los componentes lacustres tiene distribuciones plurimodales, con modas distintas en cada uno de las tres muestras estudiadas, así CTE-L1 tiene modas en 200 y 146 $\mu$ m, CTE-L2 en 420, 297 y 250 $\mu$ m, y CTE-L3 en <37 $\mu$ m.

La composición mineralógica de la muestra total es similar en todos los casos, siendo el cuarzo el mineral mayoritario. Las dunas actuales presentan contenidos en cuarzo ligeramente inferiores al resto. El resto de los minerales mayoritarios son feldespato potásico y plagioclasas, junto con cantidades pequeñas de filosilicatos (micas y cloritas), por lo que ambas han sido cuantificadas en un único término (Biotita+Clorita) en el análisis semicuantitativo (Figura 2).

Las fracciones modales presentan un mayor contenido en cuarzo que la muestra total en las dunas actuales, mientras que en las fósiles, la principal diferencia se encuentra en el mayor contenido de Biotita+Clorita. En cuanto a los materiales lacustres, la composición mineralógica de la muestra total es similar, con mayor enriquecimiento en cuarzo frente a feldespatos; apenas hay diferencias en las fracciones modales, excepto una menor proporción de Biotita+Clorita.

En el análisis de minerales pesados se observa una mayor variedad mineralógica en las muestras relativas a las dunas fósiles. Las actuales presentan augita dominante con circón, turmalina y hornblenda; andalucita, granate y epidota aparecen ocasionalmente. Las dunas fósiles incluyen además, sillimanita, distena, rutilo, y brookita; la augita está en menor proporción, así como la andalucita. Los sedimentos lacustres son semejantes a los de las dunas excepto por la presencia importante de biotita y de algunos minerales muy minoritarios como brookita y epidota.

Teniendo en cuenta el escaso número de muestras, se han observado correlaciones significativas positivas entre sillimanita y distena, así como entre anatasa y hornblenda y sillimanita (Figura 3).

Los datos de minerales pesados son compatibles con los del estudio de Cortelezzi et al. (1984), aunque en el presente estudio no aparece ni apatito ni hiperstena; en cambio se ha detectado la presencia de anatasa y brookita. En cuanto a las proporciones, las muestras analizadas presentan mayor cantidad de turmalina y menos biotita. Las diferencias pueden deberse, en parte, al reducido número de muestras estudiado, aunque también hay que tener en cuenta que en el estudio de Cortelezzi et al. (1984), antes mencionado, se incluyeron materiales no sólo eólicos o lacustres, sino también fluviales, como demuestra el aná-



Figura 2: Composición mineralógica de las muestras estudiadas, tanto en muestra total como en las fracciones 125µm y 146 µm.



Figura 3: Promedio de los porcentajes de minerales pesados determinados en la fracción 63  $\mu$ m de las dunas actuales y fósiles.

lisis granulométrico; además el estudio se realizó sobre distintas fracciones de sedimentos.

### DISCUSIÓN

La mineralogía de la muestra total se caracteriza, en todos los casos, por la presencia de cuarzo y feldespatos; por ello se puede considerar a los materiales ígneos y metamórficos circundantes como la fuente primaria más probable de los mismos, sea directamente, o por medio del reciclado de materiales de las areniscas mesozoicocenozoicas y de los abanicos aluviales pleistocenos. Los minerales pesados encontrados apoyan esta misma procedencia, especialmente la correlación positiva entre sillimanita y distena. El conjunto presenta un grado de madurez mineralógica bajo (Muhs, 2004), compatible con las condiciones de baja meteorización química existentes en las regiones áridas o semiáridas de la zona de estudio.

Las diferencias mineralógicas en la fracción total son muy pequeñas y se aprecian, principalmente, en el análisis de fracciones. El parentesco es corroborado por la semejanza mineralógica, tanto en muestra total como en minerales pesados, de la muestra CTE-4, que era, sin embargo, anómala desde el punto de vista granulométrico. La separación de alguna de las muestras lacustres puede atribuirse a la presencia de biotita, mineral planar cuyo transporte eólico presenta características diferenciales. La semejanza mineralógica hace posible pensar en los sedimentos lacustres como materiales parentales de las are-



Figura 4: Clúster realizado sobre los coeficientes de correlación de los minerales pesados de las dunas fósiles y actuales y los sedimentos lacustres. Se observa el agrupamiento de las muestras CTE-A, B y C que corresponden a las actuales.

nas en las dunas fósiles, y éstas a su vez, como fuente para actividad eólica actual. Esta cadena evolutiva de reciclado podría explicar un ligero incremento en la clasificación de los materiales de las dunas actuales con respecto a las fósiles.

A pesar de las escasas diferencias entre los minerales pesados de las dunas actuales y las fósiles, es posible establecer una vinculación entre ellas (Figura 4). Una explicación sería la pérdida de parte de los materiales en el proceso de retrabajado. No se puede descartar que las diferencias encontradas se deban a circunstancias concretas de las muestras estudiadas.

Un muestreo más amplio de las acumulaciones eólicas así como un análisis de otros aspectos en los materiales, tales como químicos o cronológicos, así como la morfología de los granos, puede contribuir a esclarecer las interrelaciones entre los distintos depósitos.

#### AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha realizado con el apoyo del Grupo de Investigación del Gobierno de Aragón PALEOQ.

## REFERENCIAS

- Cortelezzi, C.R.; Pavlicevic, R.E. y Rivelli, F.R. (1984) Geociências, 3, 47-65.
- Kath, R.L.; Spilde, M.N.; Davis, B.L. & Smith, D.K. (1991) Powder Diffraction, 6 (4), 183-186.
- Hillier, S. (2003) Clay mineral cements in Sandstones, Special Pub. №34 Eds: Worden, R.H. & Mored, S. International Association of Sedimentologists.
- Muhs, D.R. & Holliday, V.T. (2001) Geol. Soc. Amer. bull., 113, 75-87.
- Muhs, D.R. (2004) Geomorphology, 59, 247-269.
- Trauth, M.H. & Strecker, M.R.(1999) Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol., 153, 277-287.
- Trauth, M.H.; Bookhagen, B.; Müller, A.B. & Strecker, M.R. (2003) J. Sediment. Res. 73, 82-90.