



FOTOGRAFÍA 1: En las cunetas de los caminos se acumula la arena procedente de las plataformas. La fotografía está tomada en una plataforma de la zona de Balama desarrollada sobre rocas ígneas ácidas.



FOTOGRAFÍA 2: Arena negra constituida básicamente por minerales ferromagnesianos en zona de plataformas con suelos rojos desarrollados sobre rocas plutónico-metamórficas predominantemente básicas, también en el sector de Balama.

negativa, y de los oxihidróxidos de Fe, positiva (Espejo *et al.* 2000). La subida del pH cambia la carga de los oxihidróxidos a negativa e incrementa la carga neta negativa de las arcillas, principalmente caolinita, lo que favorece la desagregación que libera las partículas previamente agregadas. Otra explicación, que es la que se intenta validar en este trabajo, podía estar en el efecto que sobre la textura puede ejercer el incremento de la temperatura de la capa superficial debido a la acción del fuego. A este respecto, Sertsu y Sánchez (1978) y Ulery y Graham (1993) entre otros encuentran que los incendios forestales pueden afectar a la textura de la capa más superficial del suelo incrementándolo en la misma el contenido de arena en detrimento del de arcilla.

CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO

El estudio se ha realizado sobre un suelo procedente de la amplia plataforma de Mueda (NE de la zona sedimentaria) a 980 m de altitud y desarrollado sobre sedimentos arenosos de edad pliocena, bajo un matorral lauroideo degradado en una superficie previamente desforestada. La temperatura media anual en Mueda es de 21.4 °C; la precipitación media anual es de 1098 mm; ésta es marcadamente estacional y se produce principalmente entre enero y mayo. La evapotranspiración potencial (Penman) es de 1341 mm. El régimen de temperaturas del suelo es isohiértmico y el de humedad ústico, (Espejo *et al.* 2000). La vegetación natural de la plataforma de Mueda, muy alterada por la deforestación y el uso agrícola, es un bosque perennifolio con un estrato arbóreo dominado en la actualidad por *Parinari curatellifolia* y otro arbustivo constituido básicamente por especies lauroideas. Predominan en ella los Oxisoles (typic Haplustox y typic Kandustox) y Ultisoles (typic Kandistults), de color predominantemente amarillento, a

veces en el límite del carácter xántico (Soil Survey Staff, 1999)

Como información adicional, tomada *in situ* y referida al suelo de las "machambas", en el caso de los oxisoles y ultisoles amarillentos, inmediatamente después de la quema, debajo de las cenizas no se observa enrojecimiento en la superficie del suelo, excepto alrededor del tronco de algunos arbustos más desarrollados en los que el matiz pasa de 7.5YR a 2.5YR, evolución acompañada de un considerable incremento en el valor del chroma (Espejo *et al.* 2000). El porcentaje de superficie afectada por este cambio de color es muy pequeño, posiblemente inferior al 5%.

MATERIAL Y METODOS

Para estimar el efecto de la quema del matorral sobre la temperatura y textura de la capa más superficial del suelo, se seleccionó el horizonte A de un typic Haplustox/Ferralsol haplico (Soil Survey Staff, 1999/FAO 1998) de color amarillo, por ser más fácil apreciar en él la temperatura a la que comienza el enrojecimiento que en los ya inicialmente rojos, situado en el planalto de Mueda. La tabla 1 recoge algunos datos analíticos del mismo. Porciones de 100 g de tierra fina de la parte central del horizonte Ap de este suelo fueron sometidas a temperaturas de 100, 150, 200, 250, 275, 300, 350, 450, y 550 °C durante una hora, las dos primeras en una estufa de desecación, y el resto en un horno mufla. Las muestras se dejaron enfriar a la temperatura ambiente determinándose a continuación el color de cada una mediante una tabla Munsell y un colorímetro Minolta CR-200. Con posterioridad se determinó la textura dispersando previamente la muestra con hexametáfosfato sódico según Kilmer y Alexander (1949).

TABLA 1. Datos analíticos seleccionados del perfil. Según Espejo *et al.* 2000

| Perfil | Horizonte | Profundidad /cm | Color (humedo) ^a | Textura ISSS | | | | Limo/Arc | Principales minerales en la fracción Arcilla + Limo | | |
|--------|-----------|-----------------|-----------------------------|--------------|----------|------|---------|----------|---|----------|---------|
| | | | | Arena g. | Arena f. | Limo | Arcilla | | Kaolinita | Hematite | Goetita |
| A-17 | A1p* | 0 - 2 | 7.5YR4.5/2 | 897 | 55 | 5 | 43 | 0.11 | n.d. | n.d. | n.d. |
| | A1p | 0 - 22 | 7.5YR2.5/1.5 | 825 | 55 | 5 | 115 | 0.04 | xxx | -- | x |
| | A2 | 22 - 47 | 7.5YR3/2 | 765 | 85 | 5 | 145 | 0.03 | xxxx | -- | xx |
| | AB | 47 - 85 | 7.5YR3.5/3.5 | 640 | 105 | 5 | 250 | 0.02 | xxxx | -- | xx |
| | B1 | 85 - 130 | 5YR4/6 | 635 | 120 | 10 | 235 | 0.04 | xxxx | -- | xx |
| | B2 | 130 - 170 | 5YR4.5/7 | 615 | 110 | 15 | 260 | 0.05 | xxxx | -- | xx |
| | B3 | 170- 210 | 5YR4.5/7 | 640 | 105 | 15 | 240 | 0.06 | xxxx | -- | xxx |
| | B4 | >210 | 5YR4.5/7 | 630 | 120 | 15 | 235 | 0.09 | xxxx | -- | xxx |

* Capa superficial más arenosa ^a Medido en campo con tablas Munsell

RESULTADOS Y DISCUSION

La tabla 2 muestra los colores de las muestras medidos con tablas Munsell y con el Colorímetro, así como los datos medios de dos determinaciones de las texturas, después de haber sido sometidas al proceso de calentamiento.

Como puede observarse, tanto con las tablas Munsell como con el colorímetro sólo se aprecia enrojecimiento en las muestras que fueron calentadas a partir de los 275°C; quiere esto decir que la temperatura alcanzada durante el incendio del matorral en más del

95% de la superficie del suelo de la "machambas" es inferior a dicha temperatura, y que sólo en la superficie del suelo situado alrededor de los troncos de los arbustos de mayor porte se sobrepasa la misma. Estos datos confirman las observaciones de Zinke *et al.* (1978) y Kettering (2000) sobre la temperatura alcanzada por la superficie del suelo durante el incendio de diferentes tipos de vegetación. Es de destacar la bajada del brillo y del chroma en las muestras calentadas entre 150 y 250° C lo que achacamos al efecto de la carbonización de los restos orgánicos (Ulery y Graham, 1993). A partir de los 275°C se

TABLA 2. Color en seco y textura de muestras de la parte central del horizonte Ap después de ser calentadas a diferentes temperaturas.

| Muestra (°C) | Color en seco | | Textura (ISSS) | | |
|--------------|---------------|--------------|----------------|------|---------|
| | Munsell | Colorímetro | arena | limo | arcilla |
| Ap(25°C) | 7.5YR2.5/1.5 | 7.8YR2.3/1.5 | 88 | 0.5 | 11.5 |
| Ap (100°C) | 7.5YR2.5/1.5 | 7.7YR2.1/1.5 | nd | nd | nd |
| Ap (150°C) | 7.5YR2.5/1.5 | 7.7YR1.9/1.4 | 89 | 0.5 | 10.5 |
| Ap (200°C) | 7.5YR2.0/1.5 | 7.5YR1.4/1.3 | 90 | 0.5 | 9.5 |
| Ap (250°C) | 7.5YR2.0/1.5 | 7.3YR1.3/1.5 | nd | nd | nd |
| Ap (275°C) | 5YR2.0/3.0 | 6.2YR1.5/2.6 | 95 | 1.0 | 4.0 |
| Ap (300°C) | 5YR2.5/4.5 | 5.1YR1.7/3.7 | 99 | 1.0 | 0.0 |
| Ap(350°C) | 5YR2.5/5.0 | 4.8YR1.9/4.2 | nd | nd | nd |
| Ap (450°C) | 5YR2.5/5.5 | 4.6YR3.0/4.6 | 100 | 0.0 | 0.0 |
| Ap(550°C) | 5YR3.0/6.0 | 4.3YR3.6/5.0 | 100 | 0.0 | 0.0 |

observa un progresivo enrojecimiento así como un incremento en el valor del chroma, lo que de acuerdo con el índice de enrojecimiento de Torrent *et al.* (1983) se traduce en un incremento en el contenido de hematite de la muestra, efecto observado por Ketterings *et al.* (2000).

En lo que a textura se refiere, no sólo en el horizonte A sino en todo el perfil las fracciones dominantes son la arena y arcilla; el contenido en limo es muy bajo siendo esta una de las características del horizonte Oxico/Ferrálico.

Respecto de la textura, los valores medios de las dos repeticiones son muy próximos a los del testigo (25°C) para temperaturas inferiores a 275°C. A partir de esta temperatura decrece progresivamente el contenido en arcilla a la par que aumenta el de arena, lo que viene a coincidir a grandes rasgos con lo observado por Sertsu y Sanchez trabajando con suelos parecidos en Etiopía. Ulery y Graham (1993), y Ketterings *et al.* (2000), también encuentran que temperaturas por encima de 300°C afectan a la textura del suelo al hacer decrecer gradualmente el contenido en arcilla, de modo que esta desaparece a temperaturas superiores a los 500°C.

CONCLUSIONES

En la génesis de la delgada capa superficial de arena suelta que cubre gran parte de los suelos de las plataformas en las que se cultivan las “*machambas*” en la provincia de Cabo Delgado (NE de Mozambique), el incremento de temperatura alcanzado en la superficie del suelo durante la quema del matorral, no tiene un papel destacado, interviniendo prioritariamente la desagregación de los agregados de la parte más superficial del suelo como consecuencia de la subida del pH provocado por el aporte de bases contenidas en las cenizas, como ya fue puesto de manifiesto (Espejo *et al.* 2001).

REFERENCIAS

- Espejo, R., Gómez, V. y Pérez, C. (2000). Caracterización edafo-climática de la provincia de Cabo Delgado (Mozambique). En: El libro blanco de los recursos naturales de la provincia de Cabo Delgado (Mozambique), (GETINSA y AECI eds), pp 1-190. Madrid.
- Espejo Serrano, R., Gomez Miguel, V. y Perez Ybarra, C. (2001). The impact of shifting agriculture on soil erodibility in toposequences of Northeastern Mozambique. En: Conservation Agriculture, A World Challenge, I. García Torres, J. Benites and A. Martínez Vilela (eds). I World Congress on Conservation Agriculture. Vol II 261-265.
- FAO (1998). World reference base for soil resources. *World Soil resources Reports* 84. FAO, ISRIC y ISSS, Roma.
- Ketterings, Q.M. (2000). Slash-and-burn emission and soil temperature model. International Center for Research in Agroforestry. J1. CIFOR, Situgede, Sindangbarang, Indonesia. Working document, june 2000.
- Ketterings, Q.M., Bigham, J.M., and Laperche V. (2000). Changes in soil mineralogy and texture caused by slash-and burn fires in Sumatra, Indonesia. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 64:1108-1117.
- Kilmer, V.J. y Alexander, L.T. (1949). Methods of making mechanical análisis of soils. *Soil Sci.* 68:15-24.
- Sertsu, S.M., and Sánchez, P.A., (1978). Effects of heating on some changes in soil properties in relation to an ethiopian land management practice. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 42:940-944.
- Soil Survey Staff (1999). Soil Taxonomy. A basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. Agriculture Handbook 436, Washington

- Torrent, J., Schwertmann, U., Fetcher, H., and Alferez, F. (1983). Quantitative relationships between soil color and hematite content. *Soil Sci.* 136:354-358
- Ulery, A.L. y Graham, R.C. (1993). Forest fire effects on soil color and texture. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 57:135-140
- Zinke, P.J., Sabhasri, S. y Kunstader, P. (1978). Soil fertility aspects of the Lua forest fallow system of shifting cultivation. In: *Farmers in the forest. Economic development and marginal agriculture in Northern Thailand.* (eds. Kunstader *et al.*), pp 134-159. East-West Center, University Press of Hawaii, Honolulu.