

Evaluación del efecto de la intensidad de labranza en la formación de costra superficial de un oxisol de sabana en los Llanos Orientales de Colombia:

III. Caracterización micromorfológica en superficie

Evaluation of harrowing intensity on surface crusting on an oxisol of the eastern plains of Colombia:

III. Micromorphological characterization in soil surface

Jesús H. Galvis,¹ Édgar Amézquita,² Édgar Madero²

^{1,2} Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) Cali. j.h.Galvis@cgiar.org ³ Universidad Nacional de Colombia. AA 237. Palmira, Valle del Cauca, Colombia. eemaderom@unal.edu.co

REC.: 24-10-07 ACEPT.: 02-11-07

RESUMEN

Para entender los cambios que ocurrieron en la superficie del suelo en diferentes sistemas de maíz y pastos se hizo necesario observar su microestructura utilizando metodologías de diversa índole como secciones delgadas y microscopía electrónica de barrido. Se constataron cambios importantes en la fábrica del suelo con los sistemas introducidos comparados con sabana y bosque.

Palabras claves: Orinoquia, micromorfología de la costra del suelo

ABSTRACT

To understand changes that happened on soil surface under different pasture and corn systems, it was necessary to observe its microstructure using methodologies such as thin soil sections and sweeping electronic microscopy. Important changes in soil fabric were observed under introduced systems compared to native savanna and forest systems.

Keywords: Orinoquia, soil crusting micromorphology

INTRODUCCIÓN

La Orinoquia colombiana ha sido tradicionalmente utilizada en sistemas de ganadería extensiva, con pasturas de baja calidad nutritiva y niveles muy bajos de productividad, situación que ha cambiado con la introducción de cultivos anuales y sistemas más modernos de producción animal.

Los problemas de sellado y encostrado del suelo originados, la mayoría de las veces, por fallas en estos sistemas de manejo, pueden ser estudiados y observados mediante técnicas de microscopía que permiten dar un vistazo a la fábrica del suelo donde se desarrollan los procesos de formación del suelo, y con ello obtener

una base más segura para interpretar las características físicas y la eficiencia del manejo de los suelos.

La fábrica del suelo hace referencia al lugar donde el material parental está cambiando su estructura a otra con organización porosa diferente, mediante la reacomodación de las partículas o esqueleto influenciada por los coloides o plasma de carácter mineral u orgánico que se forma.

Molecularmente la combinación de las diferentes formas de cavidades, fisuras y grietas dentro de los agregados de partículas del suelo conduce a la formación de microestructuras específicas que se pueden detectar con el microscopio. La primera división de ellas puede

hacerse según predominan las grietas o las cavidades (Benayas, 1971, Figura 1).

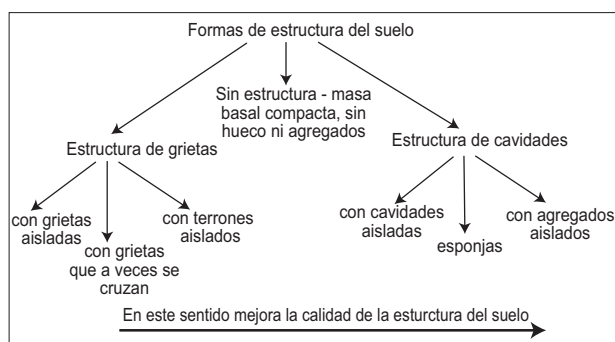


Figura 1. Clasificación de la estructura (Benayas, 1971).

Un sistema de descripción mínima basado en Brewer (1976), sobre el material de los agregados primarios y rasgos especiales citado por (Benayas *et al.* 1971), se detalla a continuación y se muestra en la Figura 2.

Esqueleto o parte inerte conformado por partículas mayores a cinco micras, se divide en granos de esqueleto inorgánico con tamaños entre (2.000 y 5 μm) y orgánico (tejidos de raíces y hojas); plasma o parte activa, a partir de partículas móviles menores a cinco micras, y cuyo color puede ser indicativo de algún proceso genético sufrido por el suelo, y huecos o espacios vacíos cuya forma y suavidad de las paredes ayuda a interpretar su origen. Se pueden encontrar en la masa basal (intrapedales), entre los agregados (interpedales) y sin guardar ninguna relación con los agregados (transpedales).

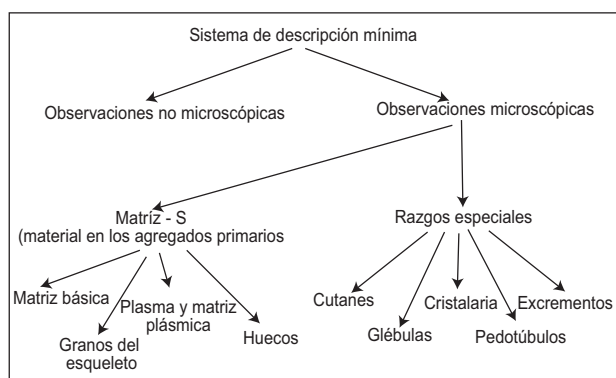


Figura 2. Sistema de descripción mínima (Benayas, Guardiola y Aguilar, 1971)

También son importantes los llamados rasgos edáficos: cutanes, glébulas, cristalarias, pedotúbulos y excrementos, que son unidades que se reconocen en el suelo y se llaman según el material de origen, sus diferencias en concentración y su disposición.

El presente estudio pretendió caracterizar, mediante observaciones de microscopía electrónica y petrográfica, el espesor, la porosidad y la microestructura de la superficie de un suelo de la Orinoquia colombiana bajo diferentes sistemas de uso y manejo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la microscopía electrónica de barrido se utilizó el microscopio de referencia JSM-820. JEOL (Scanning Microscope) y se aplicó a la muestra una película de 35 nanómetros de oro paladio sobre cortes de la parte superficial del suelo para ser vista en planta, con un diámetro de aproximadamente 5 mm y 1 mm de espesor. Las lecturas se hicieron a 75X, 450X y 1.000X.

La sección delgada para el microscopio petrográfico o de luz polarizada se realizó con muestras superficiales de suelo de 2.5 cm de espesor cortadas hasta 2 μm en forma longitudinal y transversal, para estudiar la estructura y fábrica del suelo siguiendo las metodologías del IGAC (1990). El objetivo utilizado en el microscopio óptico fue de 1.25X, un ocular de 10X y un lente interno para pasarlo a video o computador de 3.5X.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Secciones delgadas

En todos los tratamientos el esqueleto tuvo más de 50% de cuarzo. En los minerales finos del plasma se encontró una mezcla de arcillas laminares, goetita y sustancias húmicas de color pardo amarillento con grado de transparencia moderada.

En sabana el componente orgánico grueso del plasma presentó pocas raíces y restos de tejido y fragmentos de carbono vegetal astillado, posiblemente por quema; asimismo, pocas cavidades (Figura 3).

El tipo de microestructura fue blocosa subangular, con una porosidad total cercana al 40%, interconectada en profundidad (Figura 3).

En bosque predominaron los bioporos, y a diferencia de la sabana estuvieron interconectados en los primeros 2.5 cm de profundidad, predominando los canales radicales y las cavidades muy grandes (Figura 4).

Con baja intensidad de labranza en maíz, se presentaron rellenos que colmataban las cavidades; en planta se observó un reagrupamiento de componentes, es decir, pérdida de estructura, con superficie áspera y poros muy pequeños. En perfil se observó acomodación de cuarzo en forma masiva que formó una costra superficial de terrones compactos y superficie áspera. (Figura 5).

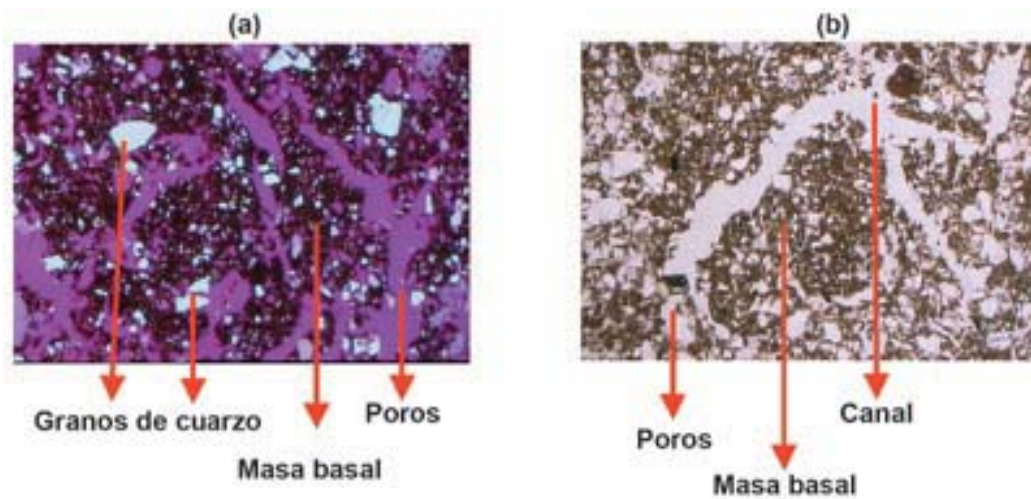


Figura 3. Sección delgada a 43.75X en planta (a) y perfil (b) para sabana.

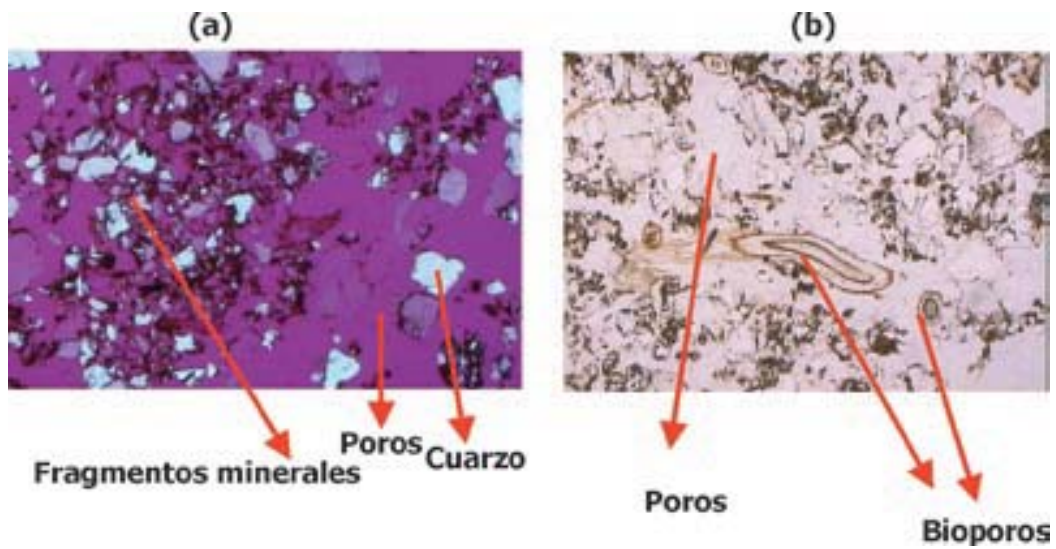


Figura 4. Sección delgada a 43.75X en planta (a) y perfil (b) para bosque.

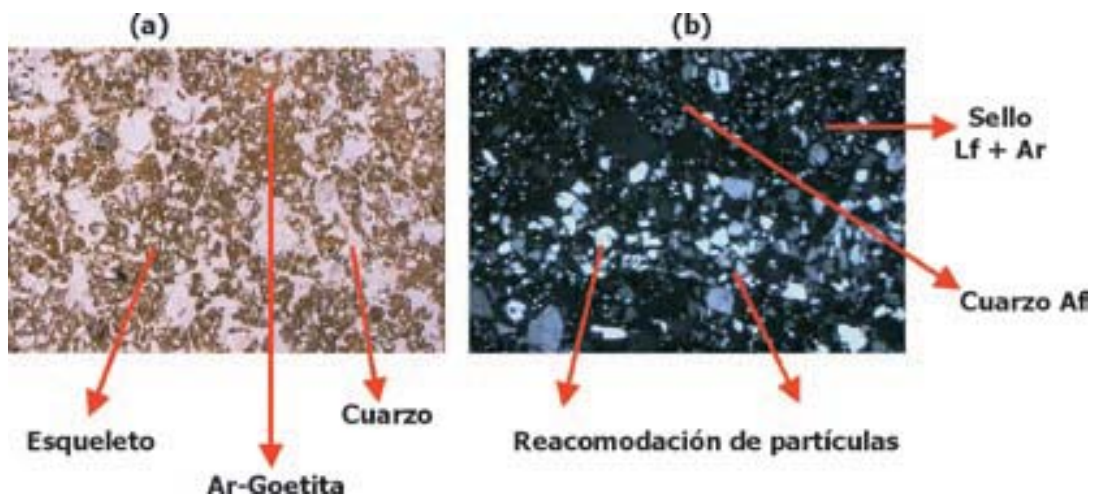


Figura 5. Sección delgada a 43.75X en planta (a) y perfil (b) para maíz 2 pases.

Con alta intensidad de labranza hubo pérdida total de la estructura, material masivo en toda la placa, poros muy pequeños, y superficie con costra estructural compacta y áspera (Figura 6).

En todos los tratamientos de pastos introducidos se observaron en perfil pedotúbulos radicales, con gran

fábrica de canales, cavidades y vesículas. Hubo vestigios de mayor actividad biológica, pero fuera del área radical la estructura se presentó masiva debido a un reagrupamiento de sus componentes, que obligó a las raíces del pasto a un crecimiento horizontal desde los primeros centímetros de profundidad (Figuras 7, 8 y 9).

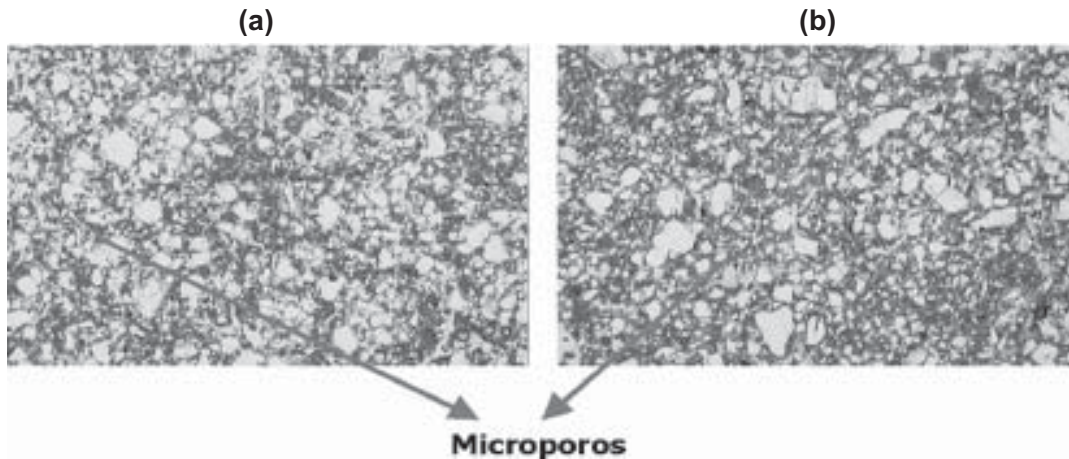


Figura 6. Sección delgada a 43.75X en planta (a) y perfil (b) para maíz con cuatro y ocho pases.

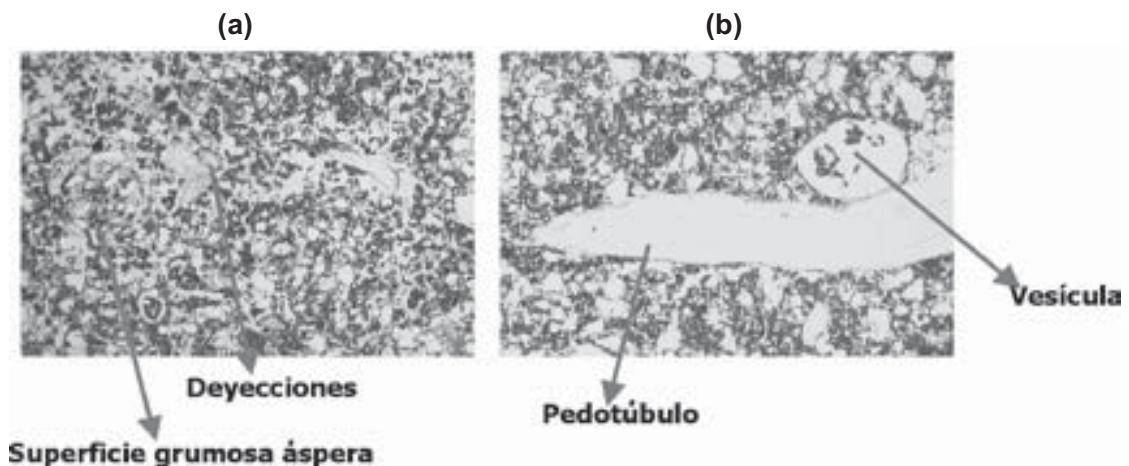


Figura 7. Sección delgada a 43.75X en planta (a) y perfil (b) para pastos con dos pases.

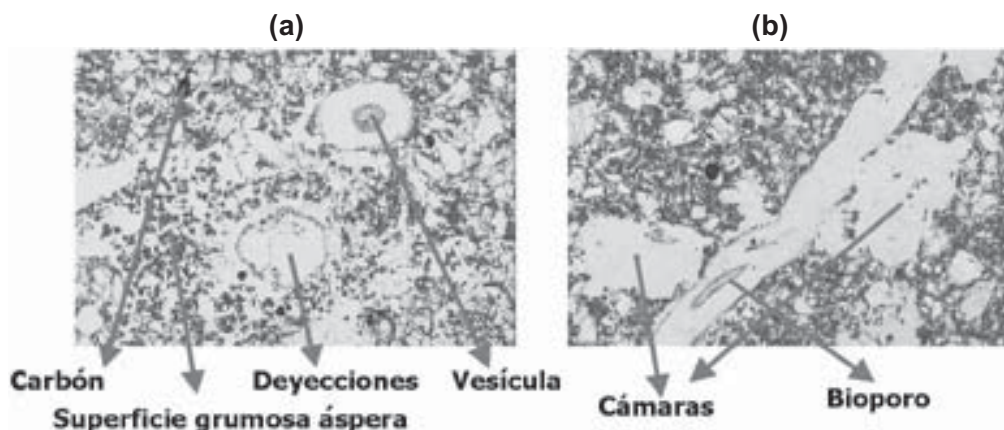


Figura 8. Sección delgada a 43.75X en planta (a) y perfil (b) para pastos con cuatro pases.

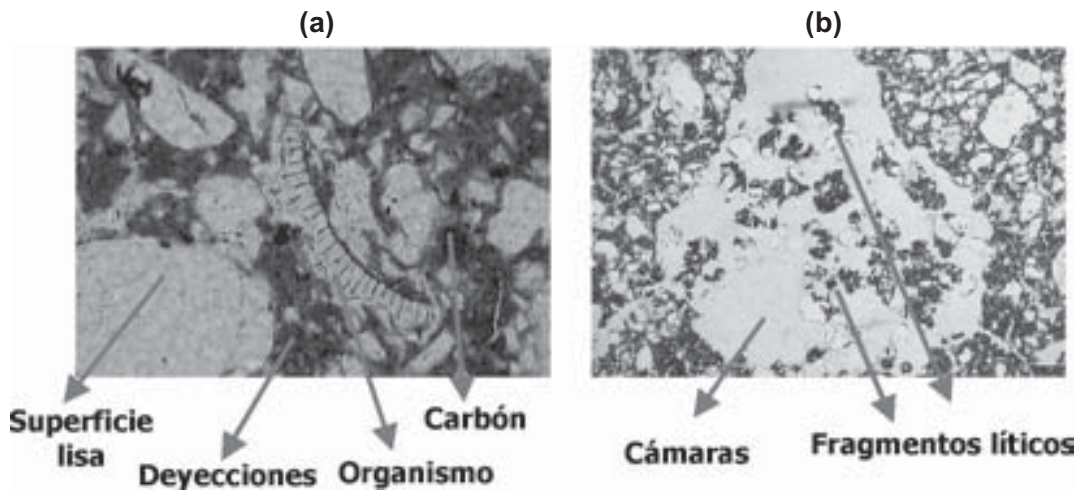


Figura 9. Sección delgada a 43.75X en planta (a) y perfil (b) para pastos con ocho pases.

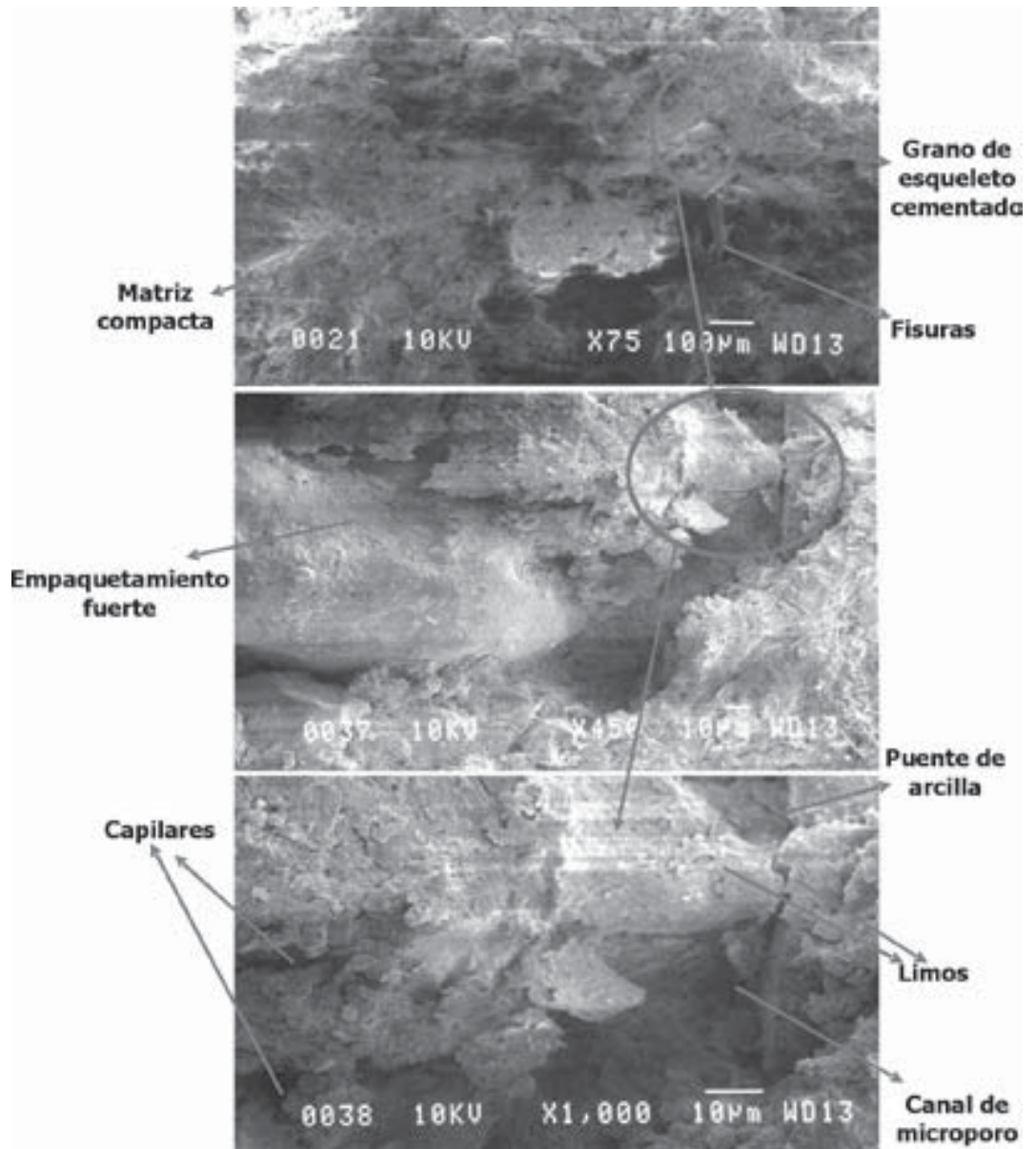


Figura 10. Microscopía electrónica a 75X, 450X y 1.000X en planta para los testigo sabana.

Microscopia electrónica de barrido

Para sabana se observó, en los tres aumentos al microscopio, una superficie lisa de grumos compactos, con pocos granos de esqueleto y una fábrica de suelo que no ha alcanzado un buen grado de desarrollo, con pocos poros interconectados o sellados por plasma, quizá debido a la exposición de la superficie a la intemperie (Figura 10).

Para bosque se observó en superficie, en los tres aumentos, grumos y agregados con poco plasma, aislados, sin vestigios de procesos de sellado, y una fábrica

de suelo rica en poros interconectados y alto contenido de material en descomposición como raíces, mostrando una relativa estabilidad y organización (Figura 11).

En los tratamientos de maíz de dos y ocho pases se observó en planta, con los tres aumentos, respectivamente, una superficie masiva y compacta, con pocos poros, y la fábrica del suelo con esqueleto desordenado y cementado por plasma. Con esto se demuestra la aparición de una costra y el aumento de la sensibilidad (susceptibilidad a perder estructura como consecuencia del tráfico) a la intensidad de la labranza (Figuras 12 y 13).

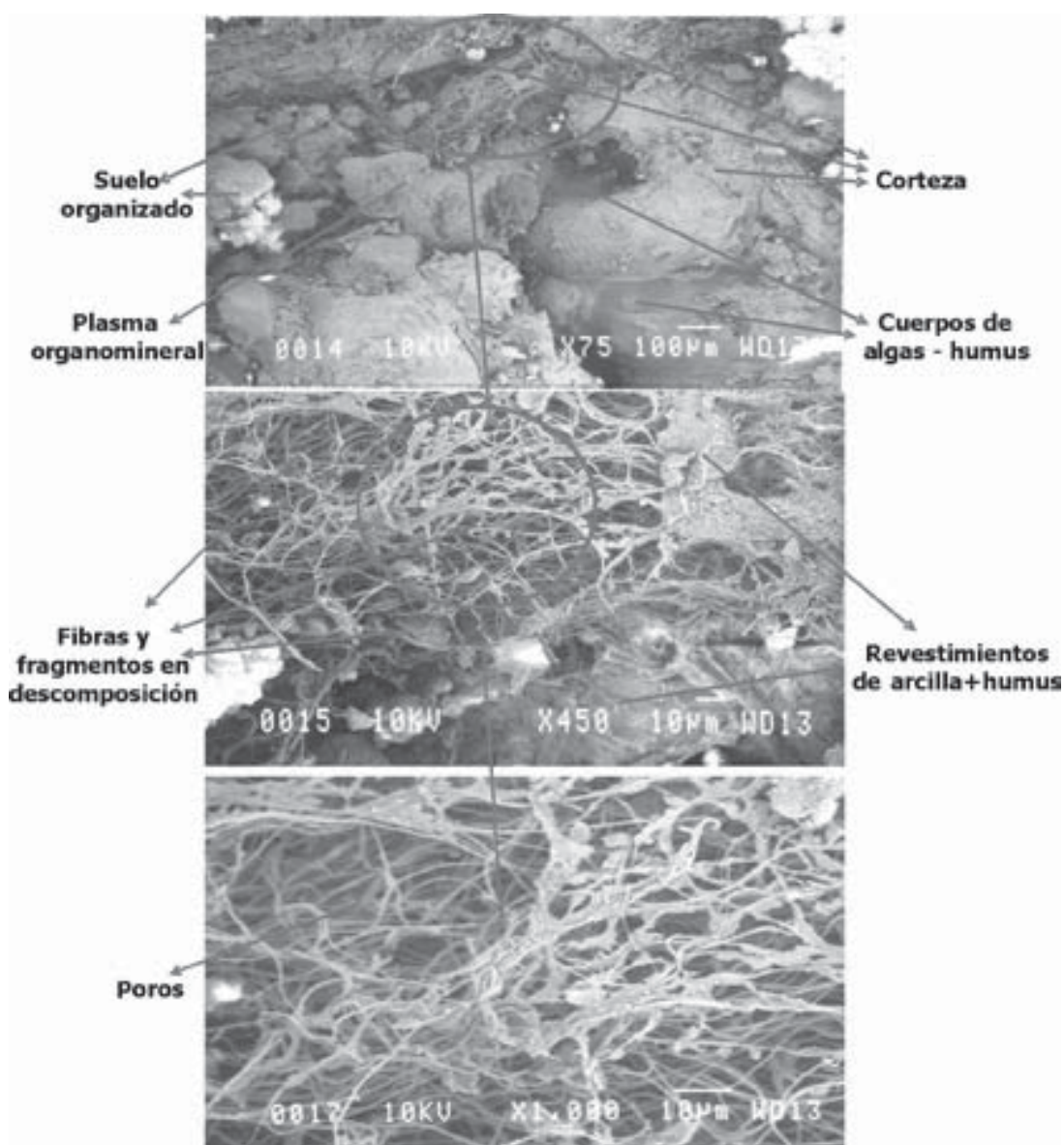


Figura 11. Microscopia electrónica a 75X, 450X y 1000X en planta para los testigo bosque.

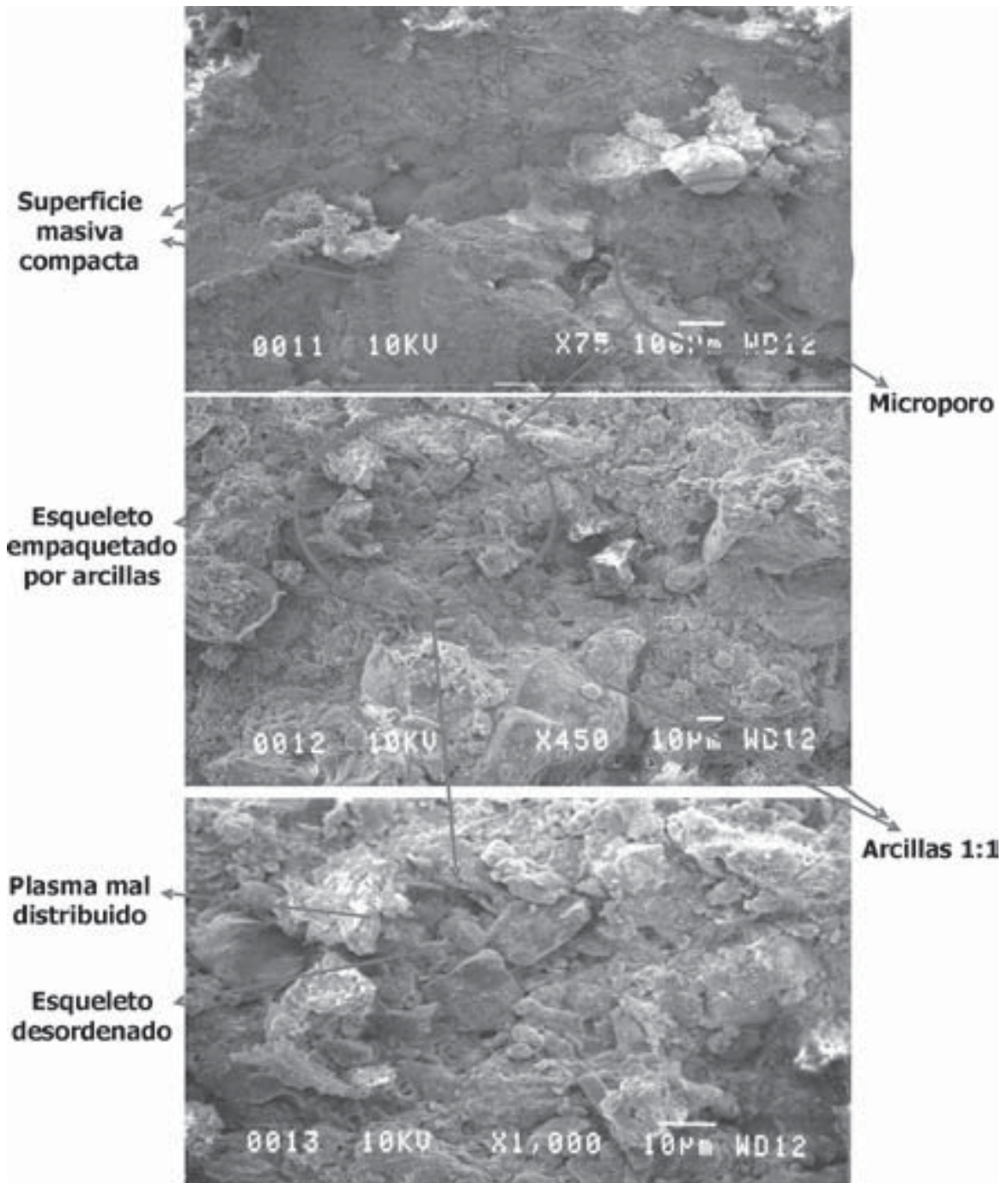


Figura 12. Microscopía electrónica a 75X, 450X y 1.000X en planta para maíz con dos pases de rastra.

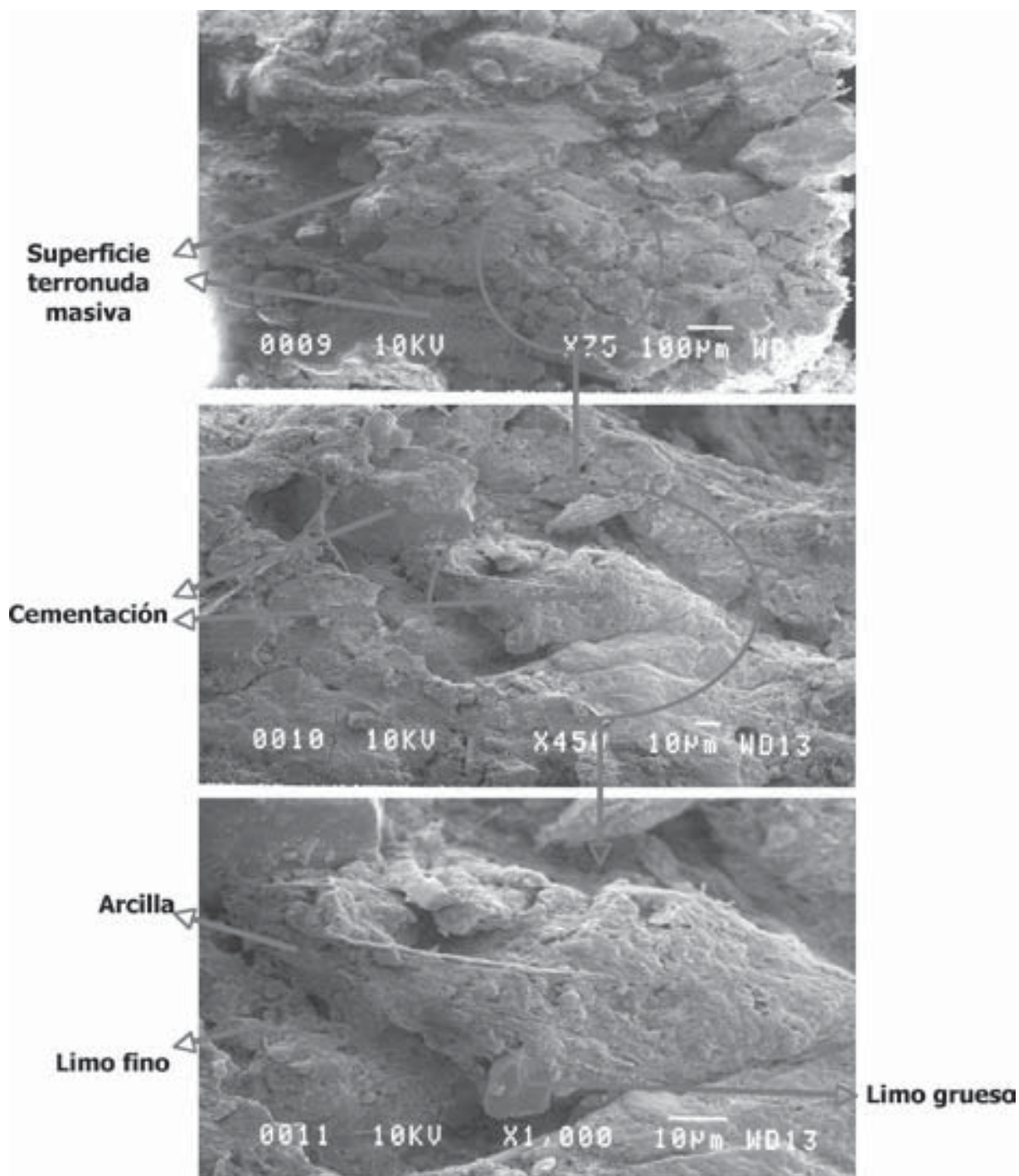


Figura 13. Microscopia electrónica a 75X, 450X y 1000X en planta para maíz con ocho pases de rastra.

En los tratamientos de pastos con dos y ocho pases se observó en planta, con los tres aumentos del microscopio, respectivamente, una superficie en proceso de encostramiento; se puede ver a 1.000X una trama de

algas que forman una capa impermeable; y la presencia de estructura poco desarrollada (Figuras 14 y 15).

La porosidad, la distribución del tamaño de partículas y su orientación son las características mor-

fológicas más afectadas en la formación de costras que corroboran a Chen *et al.* (1980), Gal *et al.* (1984) y Martínez y Walthall (2001). La dispersión de las arcillas, la sedimentación y el espesor del sello en superficie

pueden reducir considerablemente los poros de drenaje del suelo, que afectan la conductividad hidráulica y la infiltración del agua y aumentan la escorrentía y el arrastre de suelo, Galvis *et al.*, 2004.

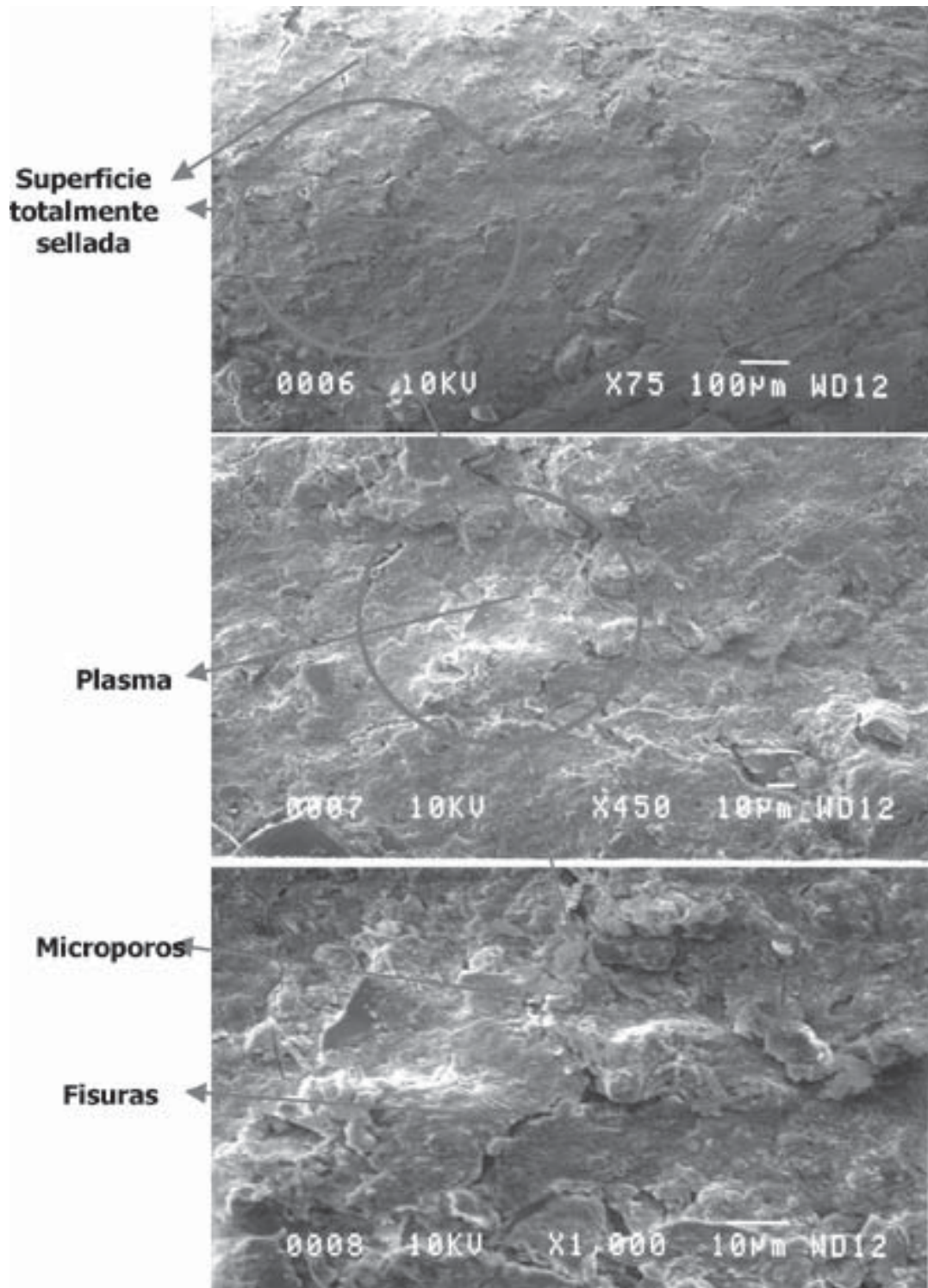


Figura 14. Microscopia electrónica a 75X, 450X y 1.000X en planta para pastos con dos pases de rastra.

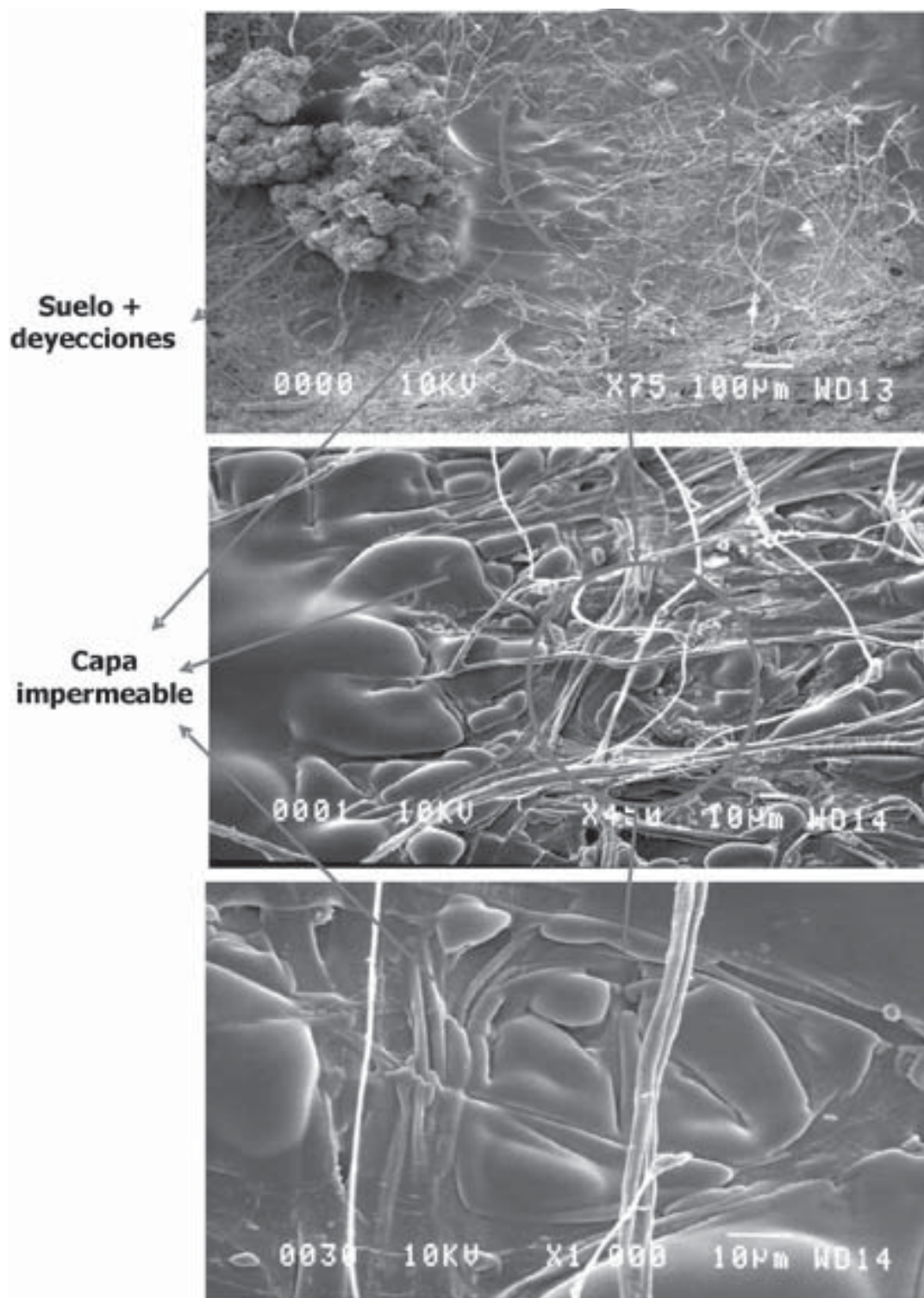


Figura 15. Microscopia electrónica a 75X, 450X y 1.000X en planta para pastos con ocho pases de rastra.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la colaboración científica prestada por los doctores José Arroyave del CIAT y Carlos Pulido del IGAC.

BIBLIOGRAFÍA

1. Beckmann, W; Geyger, J. 1967. Bodenstruktur un Wasserhaushalt im bodem, dargestellt and boden aus dem sudschwardwald. *In:* Kubiena, W. (ed). Die mikromorphometrische bodenanalyse. Stuttgart. 102 – 118.
2. Benayas, J. 1971. Atlas de micromorfología de suelos e introducción a la micromorfología. Universidad Politécnica de Madrid. 80 p.
3. Brewer, R. 1976. Fabric and mineral analysis of soils. 2nd Print. New York: Krieger Publ. 482p.
4. Chen, J; Tarchitzky, J; Morin, J.; Banin, A. 1980. Scanning electron microscope observations on soil crust and their formation. *Soil Sci.* 130 : 49 – 55.
5. FAO. 1979. A Provisional Methodology for Soil Degradation Assessment. Roma. 83 p.
6. Galvis, J. H.; Mosquera, O.; Orozco, O. L. y Amézquita, E. 2004. Caracterización morfológica de costras superficiales en un suelo bajo agricultura intensiva en el Valle del Cauca, Memorias XVI Congreso Latinoamericano y XII Congreso Colombiano de la Ciencia del Suelo, Cartagena de Indias, septiembre 26 al 1 de octubre del 2004.
7. IGAC, 1990. Métodos analíticos del laboratorio de suelos del IGAC. Bogotá. p323 – 369.
8. JSM-820. JEOL. Scanning Microscope Instructions.No. ISM 820-1 (SM110001). Serving Advanced Technology. Tokyo Japan.
9. Martínez, M.A.; Walthall, P. M. 2001. Cambios morfológicos durante el encostramiento de la superficie en suelos de México y Louisiana, EE.UU. www.chapingo.mx/terra/contenido/8/3/art187-197.pdf
10. Valentin, C. 1994, Sealing, crusting and hardsetting soils in Sahelian agriculture. *In:* Australia Society of Soil Science (Ed). Sealing, Crusting and Harsetting Soils: Productivity and Conservation. p 53-76.