

EVOLUCION ESTRUCTURAL DE LA SUPERFICIE DE SUELOS CON TEPETATE

Structural Evolution of the Surface of Soils with Tepetate

Jean Louis Janeau ¹, Géraldine Jerome ² y Ma. Eugenia Miranda M. ³

¹ ORSTOM, Durango, México.

² ISTOM, Paris, Francia.

³ Colegio de Postgraduados, Montecillo, México.

Palabras clave: Tepetate, Estado de superficie del suelo, Degradación estructural, Costra de decantación, Costra estructural.

Key words: Tepetate, State of the soil surface, Structural degradation, Decantation crust, Structural crust.

free aggregate measurement and the micro-relieve evolution measurement allow the design of a general sketch of the structural degradation of the crop soil surface with furrow under natural rainfall.

RESUMEN

En el estudio se propuso caracterizar la disminución de los agregados hasta la formación de costras de superficie. Se trabajó en dos parcelas con suelo y dos parcelas con tepetate de la formación T3 sin CaCO₃. La medición de la evolución del microrelieve y del diámetro del agregado libre el más pequeño, han permitido demostrar un esquema general de la degradación estructural de la superficie del suelo y del tepetate, ambos bajo cultivo con surcos y la acción de lluvias naturales.

SUMMARY

This study suggests the characterization of the decrease of the aggregates until the formation of surface crusts. Two parcels with soil and two parcels with tepetate of the T3 formation without CaCO₃ were used. The smallest diameter of the

INTRODUCCION

Mc Intyre (1958) y Le Bissonnais (1988) demostraron la influencia de la lluvia sobre la evolución estructural de la superficie del suelo. Boifin (1984) y Le Souder (1990) utilizaron un método macromorfológico para analizar, bajo secuencias de lluvias diferentes, la degradación de la superficie y su impacto sobre la infiltración. Analizamos el efecto de la lluvia natural sobre la superficie del "tepetate" para establecer una comparación con un suelo no endurecido. Más precisamente, en el estudio se propuso caracterizar la disminución de los agregados hasta la formación de costras de superficie.

OBJETIVOS

El estudio tiene por objetivo, describir la evolución estructural de la superficie del terreno del surcado a la primera escarda. Considerando como componentes de esa evolución la

disminución del diámetro de los agregados, el aumento del diámetro de los agregados más pequeños libres en la superficie (D_{min}) y los cambios del microrelieve.

MATERIALES Y METODOS

El trabajo fue realizado sobre cuatro parcelas experimentales, dos con tepetate y dos con suelo no endurecido. Las parcelas tienen un área de 22 m por 10 m caracterizados por una pendiente media de 7%. Cada parcela con tepetate fue objeto de un subsoleo profundo (60 cm) y una labranza en 1990. Los agregados que cubrían la superficie para 1991 fueron producidos por una sucesión de labores de cultivo, que se muestran en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Descripción de las labores de cultivo realizadas sobre las parcelas (TEP = tepetate, SNE = suelo no endurecido).

Parcela	Labores	Características
TEP 4	Barbecho	Profundidad: 25 cm
	Rastra	Obtención de agregados finos
	Surcado	Altura: 20 cm
SNE 7	Siembra	Profundidad: 5 cm
	maíz	En matas: 3 granos/golpe en valle
	1 ^{ra} escarda	Ligera inversión de los surcos: maíz
	2 ^{da} escarda	A nivel de las crestas de los surcos
TEP 3	Barbecho	Idem TEP4 y SNE7
	Rastra	Idem TEP4 y SNE7
SNE 6	Sin siembra	Superficie desnuda
	1 ^{ra} escarda	Idem TEP4 y SNE7
	2 ^{da} escarda	Idem TEP4 y SNE7

Cuadro 2. Características estructurales de las capas superficiales del suelo producidas por las labores de cultivo.

	Tepetate	Suelo no endurecido
Partículas < 2 mm	50%	35%
Localización	Crestas, partes inclinadas de surcos	Crestas de los surcos
2mm ≤ Part. ≤ 2cm	45%	50%
Localización	Valle de los surcos	Partes inclinadas valles de surcos
Partículas > 2 cm	5%	15%
Localización	Crestas de surcos	Valles de surcos

Las características estructurales de las capas superficiales producidas después de las labores de 1991 se resumen en el Cuadro 2.

Dentro de cada parcela, se delimitaron dos áreas de muestreo, una de 1 m², en la que se midió el diámetro de los agregados más pequeños, no adheridos a la superficie del suelo (D_{min}). Además se realizó la medición del diámetro de los agregados más grandes con el fin de determinar la velocidad de disminución de éstos hasta su transformación en costra estructural.

En la segunda área delimitada (1.98 m²), se realizó la medición de punto cuadrado ("rugosímetro") lo que nos permitió describir la evolución del microrelieve (relación: disminución de los agregados / formación de las costras).

RESULTADOS

Después del periodo de lluvias evaluado, se observaron sobre el terreno dos tipos de costras: una costra estructural y una de decantación.

Los principales factores de formación de la costra estructural son la desagregación de las partículas bajo la acción de la lluvia, su desplazamiento por salto (efecto "splash") y su depósito sin organización particular, lo que genera un cierre progresivo de los poros de la superficie (Casenave y Valentin 1989). Dicha costra está constituida por las partículas las más finas y tiene una rugosidad particular debida a la emergencia de los agregados los más grandes que no disminuyeron totalmente de tamaño (Cuadro 3).

La costra de decantación se forma por desprendimiento bajo el impacto de la lluvia, el transporte por escurrimiento y la acumulación de las partículas finas en las depresiones. Esta costra presenta una organización granulométrica fuerte, ya que está constituida por láminas (Cuadro 4).

Cuadro 3. Características y evolución de la costra estructural.

COSTRA ESTRUCTURAL	Suelo no endurecido	Tepetate
*Aparición de charcos en los valles		
Fecha de observación	26/05	31/05
Importancia	La mayoría de los valles	Escasos en los valles
Total de lluvia del surcado a esta fecha	19.7 mm	26.0 mm
Características iniciales de la costra:		
* Espesor	2 mm	1.5 mm
* Número de micro-horizontes	1 lámina de partículas finas (ST1)	1 lámina de partículas finas (ST1)
* Porosidad vesicular	20-25%	20%
* Localización	Cresta de los surcos	Cresta de los surcos
* Aspecto	Rugosidad bastante fuerte	Rugosidad muy fuerte
Evolución máxima		
Fecha de observación	03/07	03/07
Total de lluvia del surcado a esta fecha	228.9 mm	228.9 mm
Características de la costra:		
* Espesor	5.5 mm	5.0 mm
* Número de micro-horizontes	1	1
* Porosidad vesicular	20-25%	20%
* Localización	Totalidad de la superficie	Totalidad de la superficie
* Aspecto Cresta	Rugosidad reducida	Rugosidad importante
* Aspecto Valle	Rugosidad nula	Rugosidad muy reducida; muchos depósitos de microagregados de 2mm < c < 2cm arrancados de las crestas

Cuadro 4. Características y evolución de la costra de decantación.

COSTRA DE DECANTACIÓN	Suelo no endurecido	Tepetate
*Aparición de charcos en los valles		
Fecha de observación	26/05	31/05
Importancia	La mayoría de los valles	Escasos en los valles
Total de lluvia del surcado a esta fecha	19.7 mm	26.0 mm
Características iniciales de la costra:		
* Espesor	3 mm	1 mm
* Número de micro-horizontes	3 láminas de partículas finas	1 lámina de partículas finas
* Porosidad vesicular	Nula	Nula
* Localización	La mayoría de los valles recubre la costra estructural subyacente (ST3)	Algunos valles, recubre la costra ST3
* Aspecto	Rugosidad nula	Rugosidad nula
Evolución máxima		
Fecha de observación	03/07	03/07
Total de lluvia del surcado a esta fecha	228.9 mm	228.9 mm
Características de la costra:		
* Espesor	1.5 mm	3 mm
* Número de micro-horizontes	15	
* Porosidad vesicular	Nula	Nula
* Localización	Todos los valles	La mayoría de los valles
* Aspecto	Rugosidad nula; algunos depósitos de microagregados (calibre promedio de 3mm) arrancados de las crestas	Rugosidad nula; muchos depósitos de microagregados 2mm < c < 1.5cm

Como lo demostraron De Ploey y Poesen (1985), la evolución estructural de los agregados depende de las características de las lluvias que se presentaron en este periodo (Cuadro 5), así como de las características de los materiales, como lo muestran los resultados presentados en los Cuadros 6 y 7.

Cuadro 5. Distribución y características de las lluvias en el transcurso del período de estudio.

	Lluvia	Cúmulo	I30	Energía
24/05 al 30/05	26.0	26.0	27.94	5.25
31/05 al 15/06	54.0	80.0	62.05	10.76
16/06 al 24/06	79.1	159.1	83.00	16.41
25/06 al 02/07	69.8	228.9	62.22	13.86

Cuadro 6. Evolución del Dmin (en mm), de su cobertura de la superficie (en %), y tipo de costra (ST1=costra estructural con un microhorizonte, CD=costra de decantación).

Fecha	Tepetate		Suelo no endurecido		
	Cresta	Valle	Cresta	Valle	
24/05	Dmin	<1.0	<1.0	1.5	1.5
	Cobertura	50%	<5%	35%	<5%
	Costra	ninguna	ninguna	ninguna	ninguna
31/05	Dmin	5.5	10.3	35.0	50.0
	Cobertura	15%	<5%	<5%	<5%
	Costra	ST1	ninguna	ST1	ninguna
16/06	Dmin	10.3	25.0	80.0	ninguno
	Cobertura	<1%	<5%	<1%	
	Costra	ST1	ST1	ST1	ST1
25/06	Dmin	25%	ninguno	ninguno	ninguno
	Cobertura	<1%			
	Costra	ST1	ST1+CD	ST1	ST1+CD

Cuadro 7. Variación media (en cm) del microrelieve, formación de las costras (ST1 = costra estructural formada por un microhorizonte, CD = costra de decantación).

Fecha	Tepetate				Suelo no endurecido			
	Cresta		Valle		Cresta		Valle	
	TEP3	TEP4	TEP3	TEP4	SNE6	SNE7	SNE6	SNE7
25/05 al 24/06			-2.02	-2.63			-2.31	-2.21
Costra			ST1	ST1			ST1	ST1
25/06 al 02/07			0.68	0.98			1.43	1.27
Costra			CD	CD			CD	CD
22/05 al 02/07			-3.68	-5.54			-7.33	-5.44
Costra	ST1	ST1			ST1	ST1		

La fuerte cohesión estructural del tepetate explica la disminución más lenta de los agregados y un desarrollo menos importante de costras superficiales.

La formación de costras superficiales ocasiona la disminución de la infiltración tanto en el tepetate, como en el suelo no endurecido. Sin embargo, en este último la formación de costras es menos importante, ocasionando la menor disminución de la porosidad del tepetate al final del ciclo, lo cual lleva a que la infiltración se vea menos afectada en un tepetate que en el suelo no endurecido que tenemos en esta área (Cuadro 8).

Cuadro 8. Evolución de la velocidad de infiltración en relación con la formación de las costras.

Fecha	Parcela	Infiltración (mm/h)
23/05	TEP 3 y 4	293
	SNE 6 y 7	260
28/06	TEP 3 y 4	70
	SNE 6 y 7	10

En general las características de las lluvias ocasionan los siguientes efectos sobre la superficie del terreno tanto tepetate como suelo no endurecido:

- 1 Formación de la costra estructural.
- 2 Cierre progresivo de los poros de la superficie.
- 3 Disminución de la infiltración.
- 4 Acumulación de agua en los valles de los surcos.
- 5 Formación de la costra de decantación.
- 6 Fuerte deterioro de las condiciones de infiltración y de aireación en los valles de los surcos.
- 7 Deterioro de las condiciones favorables para el cultivo.

CONCLUSIONES

Estas mediciones permitieron demostrar un esquema general de la degradación estructural de la superficie de suelos cultivados con surcos, bajo la acción de lluvias naturales (disminución del diámetro de los agregados / formación de costras superficiales).

La emergencia de los cultivos no fue impedida por la formación de la costra estructural, la cual tuvo poco desarrollo por el hecho de que la superficie del suelo había recibido pocas precipitaciones; además, una siembra en matas permite una fuerza de emergencia suficiente en este caso (Ruiz Figueroa, 1983).

En cambio, la acumulación de agua en la superficie, inducida por la formación de costras (estructural y decantación) desde las primeras lluvias, denotó la fuerte disminución de la infiltración, y generó una asfixia de las raíces que limitará su desarrollo y luego el rendimiento.

Las escardas realizadas por los campesinos ocasionan una reorganización importante de la superficie del suelo, lo que permite romper las costras formadas después del surcado, y por consiguiente regenerar las condiciones de infiltración del suelo.

Observamos que la formación de costras superficiales (disminución de los agregados, aumento del D_{min} y disminución del microrelieve), asociada a la presencia de un piso de arado, causó una baja de infiltración, una pérdida del poder de retención de agua más fuertes sobre el suelo no endurecido que sobre el tepetate.

LITERATURA CITADA

BOIFIN, J. 1984. La dégradation structurale des couches superficielles du sol sous l'action des pluies. Thèse de docteur ingénieur, INAPG, Paris, France. 320 p.

CASENAVE, A. y C. VALENTIN. 1989. Les états de surface de la zone sahélienne. Influence sur l'infiltration. ORSTOM, Paris, France. 242 p.

DE PLOEY, J. y J. POESEN. 1985. Aggregates stability, runoff generation and interrill erosion, pp. 106-119. In: geomorphology and soils. Richard, Arnett and Ellis (ed.). Pub.: Allen and Unwin.

LE BISSONNAIS, Y. 1988. Analyse des mécanismes de désagrégation et de mobilisation des particules de terre sous l'action des pluies. INRA, Ardon, Olivet, France. 196 p.

LE SOUDER, C. 1990. Effet d'un conditionneur minéral sur la formation des croûtes superficielles du sol sous l'action des pluies. Mode d'action du conditionneur sur la stabilité structurale. Thèse de docteur ingénieur, INAPG, Paris, France. 181 p.

MC INTYRE, D. S. 1958. Soil splash and the formation of surface crusts by raindrop impact. Soil Science 85: 261-266.

RUIZ FIGUEROA, J. F. 1983. Les micro-organisations pelliculaires superficielles formées sous pluie simulée sur des sols ferralitiques de savane (centre nord de Côte d'Ivoire). Comportement hydrodynamique et mécanique de ces pellicules de battance en relation avec la texture, la couverture du sol et la levée du riz pluvial. Thèse INAPG et ENA, Chapingo. 167 p.