

ERNST, E.F., STIVERS, R.K., 1982. Portland cement for liming a strongly acid soil. *Agronomy Jour* 74: 451-453.

ESPEJO SERRANO, R., 1981. Estudio del perfil edáfico y caracterización de las superficies tipo raña en el sector Cañamero Horcajo de los Montes. Tesis Doctoral. Ministerio de Agricultura y Pesca. Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias. 467 pp.

HENIN, S., GRAS, R., MONNIER, G., 1972. El perfil cultural: el estado físico del suelo y sus consecuencias agronómicas. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 342 pp.

KAWAMURA, M., DIAMOND, S., 1975. Stabilization of clay soils against erosion loss. *Clays and Clay Minerals* 23: 444-453.

PEREZ ARIAS, J., 1992. Estudio de la estabilidad estructural del suelo en relación con el complejo de cambio (comportamiento de algunos suelos característicos españoles). Tesis Doctoral. U.P.M. 462 pp.

PEREZ ARIAS, J., GUERRERO LOPEZ, F., GASCO, J.M., 1988. La estabilidad estructural como indicadores del efecto del cemento sobre las propiedades físicas de los suelos. Sevilla, II Congreso Nacional de la S.E.C.S. 502-508.

QUIRK, J.P., SCHOFIELD, R.K., 1955. The effect of electrolyte concentration on soil permeability. *Jour of Soil Sci.* 6: 163-178.

SHAINBERG, I., 1984. The effect of electrolyte concentration on the hydraulic properties of sodic soils. En: *Soil salinity under irrigation processed and management*. Shainberg, I. & Shalhevet, J (Eds). *Ecological Studies* 51: 49-64. Springer Verlag.

SHAINBERG, I., SUMMER, M.E., MILLER, W.P., FARINA, M.P.W., PAVAN, M.A., FEY, M.V., 1989. Use of gypsum on soils: a review. *Advances in Soil Sciences* 9: 1-111.

STIVERS, R.K., SWARTZENDRUBER, D., NYQUIST W.E., 1977. Portland cement as a soil amendment for corn and soybeans. *Agronomy Jour* 69: 961-964.

RESULTADOS DEL PRIMER AÑO DE INVESTIGACION DEL PROGRAMA ORSTOM-CP SOBRE LA REHABILITACION DE LOS TEPETATES (SUELOS VOLCANICOS ENDURECIDOS) DE MEXICO

Christian Prat¹, Jose Luis Oropeza M.² y Jean-Louis Janeau³

¹ ORSTOM-Colegio de Postgraduados de Montecillo, Centro de Edafología, Carr. Méx.-Texcoco km 34, 56230 Montecillo, Edo. de México, México.

² Colegio de Postgraduados de Montecillo, Centro de Edafología, Edo. de México, México.

³ ORSTOM-Instituto de Ecología, Durango, Edo. Durango, México.

Palabras clave: México - Tepetate - Erosión

Key words: Mexico - Tepetate - Soil Erosion

Introducción

Los suelos volcánicos endurecidos de México cubren más de 30,000 km² (27% de las tierras del eje neovolcánico). La sobreexplotación y el mal manejo de tierras eminentemente forestales destinadas para uso agrícola, provocó una fuerte erosión llevando a su abandono. Por razones más socio-económicas que ecológicas, el gobierno mexicano ha desarrollado un programa de recuperación de estos suelos volcánicos endurecidos desde hace 20 años.

En 1988 fue co-financiado por la CEE un programa de investigación sobre este tema con la participación del ORSTOM, el Colegio de Postgraduados de Montecillo y las Universidades de Chapingo, Tlaxcala y la de Giessen (Alemania) (Quantin, 1992). Este programa se integró a través de estudios pluri-disciplinarios, asociando edafólogos, agrónomos, químicos, micro-biólogos y socio-economistas. Los resultados mostraron que la recuperación de los suelos volcánicos endurecidos era factible. Sin embargo, ciertos aspectos y recomendaciones necesitaban ser más estudiados. Para eso, y considerando las bases de los primeros estudios, se desarrollo desde el inicio de este año, una nueva etapa en la investigación de los tepetates de México.

Bajo clima seco y caliente, el agua siendo el principal factor limitante para los cultivos, es necesario conocer precisamente su comportamiento, así como las características hídricas de los suelos y tepetates, tanto al nivel de una lluvia, que durante el año. Además, el comportamiento hidrodinámico en los suelos volcánicos endurecidos son poco conocidos (Prat, 1991), a pesar de su interés para explicar el endurecimiento de estos suelos, así como para entender mejor la relación suelo/agua en el proceso de la erosión de la tierra

1366

Fonds Documentaire ORSTOM



010013372

1367

Fonds Documentaire ORSTOM

Cote: Bx 13372 Ex: 1

Por otro lado, los estudios realizados en México sobre la erosión se hacen en parcela tipo Wischmeier. Estas parcelas de referencias tienen un tamaño que corresponde de manera muy imperfecta a la realidad de un campo. Por eso, utilizamos parcelas de gran tamaño (0.25 a 0.5 ha) para estudiar la erosión y hacer recomendaciones adecuadas en cuanto a la rehabilitación de los tepetates, y del manejo de estos nuevos suelos.

Por eso, este programa de investigación considera dos objetivos fundamentales:

- 1) el estudio del funcionamiento hidro-dinámico,
- 2) la medición de la erosión y el seguimiento en la evolución del estado de la superficie del suelo en pequeñas cuencas (< 1 ha) representativas de sistemas agrícolas de la región de la vertiente oriental de la Sierra Madre.

Materiales y métodos

El estudio de la hidrodinámica se realizó mediante dos pequeñas toposecuencias: la primera (San Pablo Ixtayoc) de 1,000 m de longitud corresponde a la área donde aparece el tepetate (2,800 msnm; 1,200 mm anual; Andosoles); la segunda (San Miguel Tlaixpan) de 500 m de longitud, se localiza en una zona donde los tepetates t₂ y t₃ están cerca de la superficie debido a los importantes procesos de erosión. Cada toposecuencia está constituida por 5 sitios de medición distribuidos a lo largo de la pendiente, los cuales están conformados por un tubo de aluminio de 3.5 m de profundidad y de 7 tensiómetros a las profundidades siguientes de 0.3, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0 m. Semanalmente se mide el contenido de agua del suelo cada 10 cm de profundidad, con un aspersor de neutrones; en cuanto a la tensión del agua, se utiliza un medidor electrónico.

El estudio de la erosión en 1992 se limitó a una pequeña cuenca de más de un cuarto de hectárea, donde aflora el tepetate. La salida de esta cuenca está equipada con un vertedor tipo H, de un limnógrafo de registro diario y de cuatros tinacos de captación de aguas (Vol. de 2.0, 2.0, 0.25 y 0.02 m³). Los sedimentos son secados y pesados, los componentes físico-químicos de dichos sedimentos y del agua escurrida son analizados en laboratorio. El seguimiento de la superficie se hace por descripciones de cuadrados, y de fotos tomadas por un globo aerostático, digitalizadas y analizadas.

Resultados y Discusión

1. Hidrodinámica

Debido a los actos de vandalismo, tenemos solamente unas series de resultados tensiométricos, que corresponden a la toposecuencia donde están presentes los tepetates (San Miguel

Tlaixpan). Sin embargo, los resultados de las mediciones neutrónicas son casi completos.

Globalmente, aparece que la toposecuencia de San Pablo Ixtayoc (inicio de la formación de los tepetates con suelos más o menos en sitio, clima húmedo con estación seca atenuada) tiene un comportamiento diferente del de San Miguel Tlaixpan (tepetates t₂ et t₃ carbonatados y no carbonatados bien marcados, suelos generalmente todavía en sitio, clima sub-árido con estación seca marcada durante 6 meses).

En el caso de San Pablo, todo el perfil queda húmedo durante la época de lluvia. Después de cada lluvia, el agua atraviesa progresivamente el conjunto del perfil. Durante la estación seca, solo el primer metro parece afectado por la sequía. Los tepetates no parecen entonces tener un papel en la limitación del agua.

En lo referente a San Miguel, se nota una diferencia importante respecto a San Pablo: durante la estación de lluvias, son principalmente los horizontes de superficie y el primer tepetate (t₃ carbonatado) quienes se humedezcan, los demás horizontes (más allá de un metro de profundidad aproximadamente) presentan una cantidad de agua débil y relativamente constante a lo largo del año.

Se podría explicar eso tanto por las características del tepetate más poroso en el caso de San Pablo que en el de San Miguel, como por la conservación durante todo el año de una importante cantidad de agua en estos tepetates (al contrario de San Miguel) lo que evita los problemas de hidrofobia. Varias series de medidas durante fuertes precipitaciones nos mostrarán si el funcionamiento de los suelos durante el año es de misma naturaleza que el funcionamiento durante una lluvia.

Parece que los perfiles en el seno de una misma toposecuencia tienen un comportamiento bastante similares los unos de los demás durante el año.

Un año adicional de mediciones y el análisis más profundizado de los datos deberían confirmar estos primeros resultados. Además, podremos intentar instalar tubos de captación del agua gravitaria con el fin de analizar su composición físico-química y ver en que medida hay una cementación actual de los horizontes endurecidos. También se analizarán los efectos sobre la circulación del agua en los suelos recuperados a partir de la roturación de los tepetates en la zona de San Miguel Tlaixpan.

2. Erosión

La micro-cuenca de 1,800 m² cuenta con 70% de t₂ (tepetate café), 10% de t₁ (tepetate carbonatado) y menos del 20% de área de sedimentación donde crece la vegetación.

Hasta la fecha, de las 90 lluvias que cayeron, 60 provocaron un escurrimiento globalmente inferior a los 50% y un arrastre total de más de 10 ton/ha.

Sin ajustar los valores de erosión en función de las características de las lluvias, se nota que la cantidad de sedimentos arrastrados es casi el doble de lo que se midió en parcelas Wischmeier (Arias y Figueroa, 1990).

De forma provisional, obtuvimos las relaciones expresadas en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Balance de la erosividad de las lluvias de 1992, S. M. Tlaixpan.

Indice de Erosividad durante 30' (EI ₃₀) MJ.mm/ha.h	Escorrentamiento %	Número de lluvias
< 7	< 40	40
7 a 25	40 - 50	15
25 a 80	50 - 70	10
> 80	> 70	3

Sin embargo, debido a la brevedad de las lluvias, parece que en vez de tomar el EI₃₀ como factor significativo, sería más conveniente analizar los datos a través del EI₁₅ y/o del EI₅.

Conclusión

Este cartel tiene como propósito principal presentar el contenido del programa de investigación, la metodología empleada, y los primeros resultados obtenidos en menos de un año de trabajo.

Cuadro 2. Programa de estudio de los diferentes parámetros analizado para los años 1992 hasta 1995..

OBJETIVOS	SISTEMAS			FECHA DE EXPERIMENTACION							
	Sustrato M.O.	Aporte Prof.	Roturación Edad	nl-92	fin-92	nl-93	fin-93	nl-94	fin-94	nl-95	fin-95
Parcelas 0.2-0.3 ha											
Tepetate desnudo	0	No ro-	Sin								
Efecto profundidad de la roturación	0	60 cm	0			Trigo	Veza	Maiz/ frijol	Veza	Maiz/ frijol	Veza
Efecto prácticas culturales	0	30 cm	0			Trigo	Veza	Maiz/ frijol	Veza	Maiz/ frijol	Veza
Efecto aporte de un estiercol	40	30 cm	0			Trigo		Maiz/ frijol		Maiz/ frijol	
Efecto edad de roturación	0	30 cm	3 años			Trigo	Veza	Maiz/ frijol	Veza	Maiz/ frijol	Veza
Referencia suelo en sitio	0	Sin	3 años			Trigo	Veza	Maiz/ frijol	Veza	Maiz/ frijol	Veza
Parcelas Wischmeier											
Tepetate desnudo	0	No ro-	Sin	Estado natural	Estado natural	Estado natural	Estado natural	Estado natural	Estado natural	Estado natural	Estado natural
Tepetate cultivado	0	30 cm	3 años			Trigo	Veza	Maiz/ frijol	Veza	Maiz/ frijol	Veza

Sobre la base de los resultados y de las metodologías empleadas este año, se ampliará este programa durante los 3 próximos años. Comparando los rendimientos y el grado de erosión de 7 parcelas de 1,000 m², y de 2 parcelas de Wischmeier de 100 m², se definirá cual(es) es el mejor sistema de rehabilitación de los tepetates, actuando sobre los parámetros presentados en el Cuadro 2.

En fin, siguiendo la misma metodología, pero con tepetates, y fechas de roturación diferentes, se comparará los resultados de los trabajos realizados en Tlaxcala, en Texcoco y en San Miguel Tlaixpan que son efectuados en asociación con las Universidades de Tlaxcala y de Giessen, del Colegio de Posgraduados y del ORSTOM.

Literatura citada

Arias R., H. M. y B. Figueroa S. 1990. La ecuación universal de pérdidas de suelo en la Cuenca del Río Texcoco. XI Congreso Latinoamericano y II Congreso Cubano de la Ciencia de l Suelo. 12-1/3. La Havana, Cuba.

Prat, C. 1991. Etude du talpetate, horizon volcanique induré de la région Centre-Pacifique du Nicaragua. Genèse, caractérisation morphologique, physico-chimique et hydrodynamique, son rôle dans l'érosion des sols. Thèse de Doctorat, Univ. Paris 6, Paris, France. 350 p.

Quantin P. 1992. Informe final del programa "tepetates". CEE, Bruxelles.

φHz

EL ESTUDIO DEL SUELO Y DE SU
DEGRADACION EN RELACION CON LA
DESERTIFICACION.

ACTAS DEL XII CONGRESO LATINOAMERICANO DE LA
CIENCIA DEL SUELO.

DACG 20-28/09/1993

ANG

SOCIEDAD ESPAÑOLA DE LA CIENCIA DEL SUELO.

(Edición dirigida por: Juan F. GALLARDO LANCHO)



MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACION

Salamanca, Septiembre, 1.993

LOGG