



## ¿Qué tan productivo es el suelo mexicano más fértil?

Elena Luciano Suástegui

Una de las cualidades más importantes del suelo es su capacidad de sostener los cultivos agrícolas. Si sembráramos plantas alimenticias en todos los suelos del mundo sin ararlos ni añadir agua ni fertilizantes, el más fructífero sería el suelo tipo Chernozem, localizado principalmente en las estepas de China, Rusia, Estados Unidos y Canadá. Los suelos más fructíferos en México y algunos países de la costa del Pacífico latinoamericano son los Vertisoles, que a pesar de ser aptos para la agricultura, no son tan eficientes como los suelos de las estepas. El

Chernozem es un suelo suave, puede ser atravesado por las herramientas agrícolas sin dificultad y tiene más nutrientes para las plantas. Para entender por qué es necesario hablar de cómo se formaron los suelos agrícolas, es necesario remontarse unos cuantos millones de años atrás, a tiempos donde no había humanos pero sí mamuts caminando sobre el planeta. Ambos tipos de suelos tienen historias distintas por las características regionales del clima, los relieves y los organismos que habitan la región donde se forman. Las características microscópicas de ambos tipos de suelo determinan su producción agrícola.

### El nacimiento del Chernozem, el suelo de las estepas actuales

En el mapa de la figura 1 pueden observarse en rojo regiones cuyos suelos dominantes son los Chernozems que en ruso significa tierra negra.

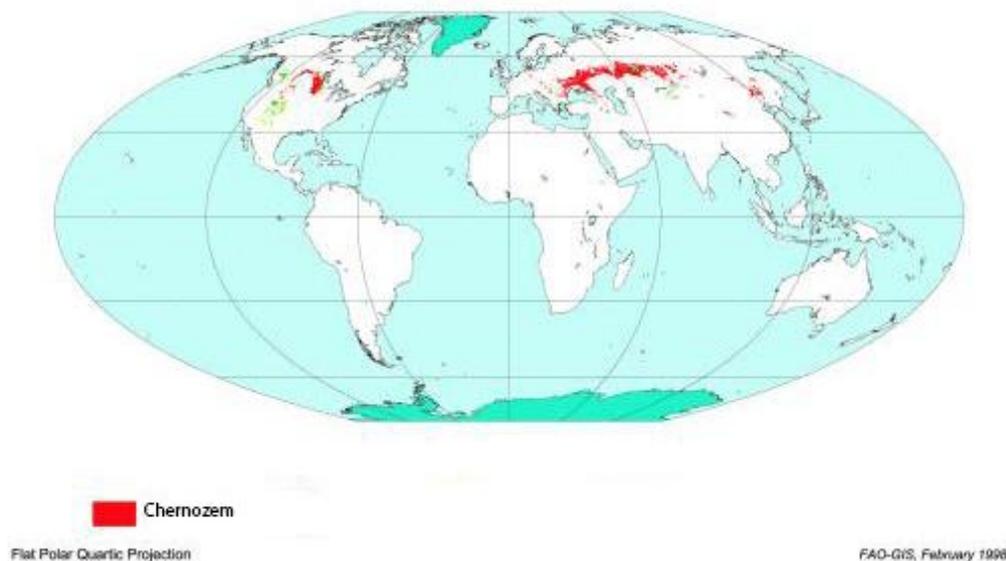


Figura 1. Mapa de distribución del Chernozem en el mundo con referencias modificadas en español. Creative Commons.

Estas regiones durante la última gran glaciación, hace 20,000 años, alcanzaron la máxima cobertura de hielo abarcando todo Canadá, el norte

de Estados Unidos, gran parte de Europa y norte de Asia, como se observa en la figura 2.

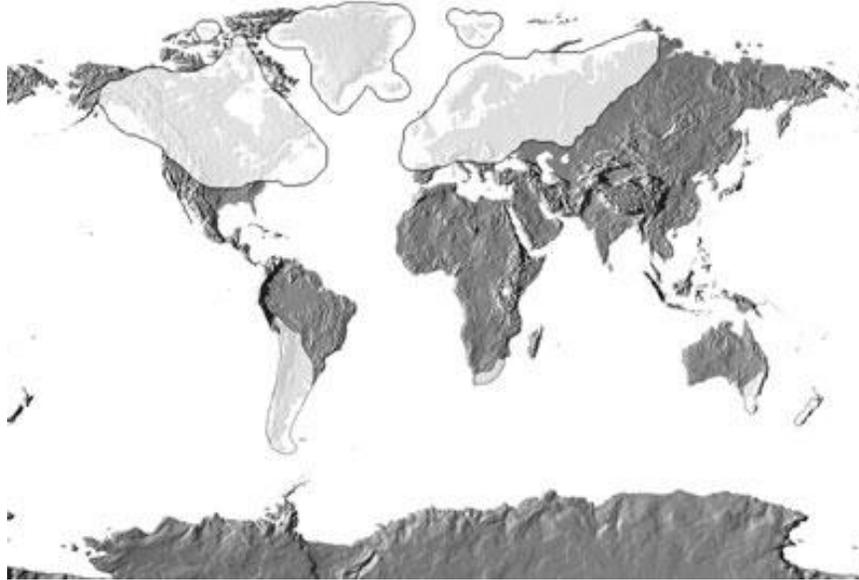


Figura 2. Cubierta de hielo hace 20,000 años. Imagen tomada de Geological Survey of Ireland. <http://www.gsi.ie/Education/Geology+for+Everyone/Ice+Ages.htm>

Por un lado, gran parte de los minerales sólidos que conforman el Chernozem se forman cuando crecen las gruesas capas de hielo; conforme éstas se engrosan cubren y frotan la roca hasta pulverizarla. Por otro lado, durante la glaciación, el nivel medio de agua del mar se encontraba 120 metros debajo del nivel actual. Al haber tanta agua congelada en el planeta, la que estaba en estado líquido disminuyó y varias regiones del mundo se desertificaron entonces por su ausencia. A su vez, el movimiento de los vientos en este periodo era más intenso y distribuyó partículas de roca de las zonas secas a las planicies cubiertas en ese entonces por hielo. Estas partículas sueltas, acarreadas por el viento y depositadas, son las llamadas loess, del alemán Löss que significa ligero o poco compacto;

sus tamaños varían entre 2 y 50 milímetros. La composición del loess es sumamente variable, en él hay fragmentos de rocas volcánicas, arenas de desiertos antiguos que ahora son selvas y fósiles terrestres, por mencionar sólo algunos materiales. Los fragmentos viajan por el aire y sobre la superficie del hielo ligeramente humedecida hasta quedar adheridos y posteriormente congelados y almacenados en él. Desde la última glaciación hasta nuestros días, la cubierta de hielo se ha derretido liberando estas partículas para formar los suelos de las estepas actuales. La gran variedad en composición y tamaño del loess otorgaron al Chernozem una gran cantidad de minerales inorgánicos que los microorganismos y el agua convierten en el presente en alimento para las plantas.

Estos suelos están localizados en regiones donde las lluvias son escasas y en las que hay sólo pastizales muy resistentes. Los pastizales se reproducen y mueren rápidamente, por ello siempre hay restos de hojarasca cubriendo el suelo que son el alimento principal de animales y bacterias microscópicas. Con tanta hojarasca hay también muchísimos organismos que se alimentan con ella continuamente y convierten el pastizal seco en nutrientes y ácidos que pueden servir de fertilizante para las plantas o pueden quedarse acumulados en el suelo.

## **La formación del Vertisol mexicano**



Figura 3. Distribución del Vertisol en México. Imagen obtenida de Semarnat.

Entre los grupos predominantes de suelos mexicanos, el más utilizado para la agricultura es el Vertisol, marcado en Violeta claro en el mapa de México de la figura 3. Los Vertisoles son suelos que en su mayoría se forman a partir de la descomposición de rocas volcánicas con altos contenidos de hierro y magnesio. Esto no es siempre así, pues en Tamaulipas y Veracruz hay también Vertisoles a pesar de que son regiones que se encuentran en planicies cuyo origen no es volcánico, pero en ellas hay cuencas que hace varios años tenían también mucho hierro y magnesio, rocas calizas que se formaron a partir de carbonatos disueltos en el agua de mar y restos de conchas y microorganismos que se sepultaron en el fondo. Estos minerales no son estables a la temperatura ambiente y cambian su estructura para estar en equilibrio con la temperatura y presión del ambiente donde se encuentren. Es por ello que

las rocas volcánicas tienden a degradarse y a formar unos minerales llamados Smectitas que son indispensables para la fertilidad de este suelo. Su carga eléctrica (que explicaré más adelante), tamaño y composición provocan la fertilidad. Conforme pasa el tiempo, el aire, el agua y los organismos comienzan a fragmentar la roca; el material formado así y constituido del mineral más estable son partículas muy pequeñas del tamaño de la arcilla, como se ve en la figura 5. Estas partículas pueden ser fácilmente atraídas por cargas eléctricas y a su vez atraer moléculas que forman smectitas, minerales que tienen la capacidad de asociarse con los nutrientes. El proceso de degradación de las rocas tarda miles o hasta millones de años. Los campos de Vertisoles en México comenzaron a formarse hace aproximadamente 12 millones de años, cuando en el Bajío comenzó la actividad de la actual faja volcánica Trans Mexicana. En la región de Tamaulipas esta formación comenzó en el mismo momento en que la glaciación que produjo los Chernozems empezó a disminuir hasta llegar al clima actual.

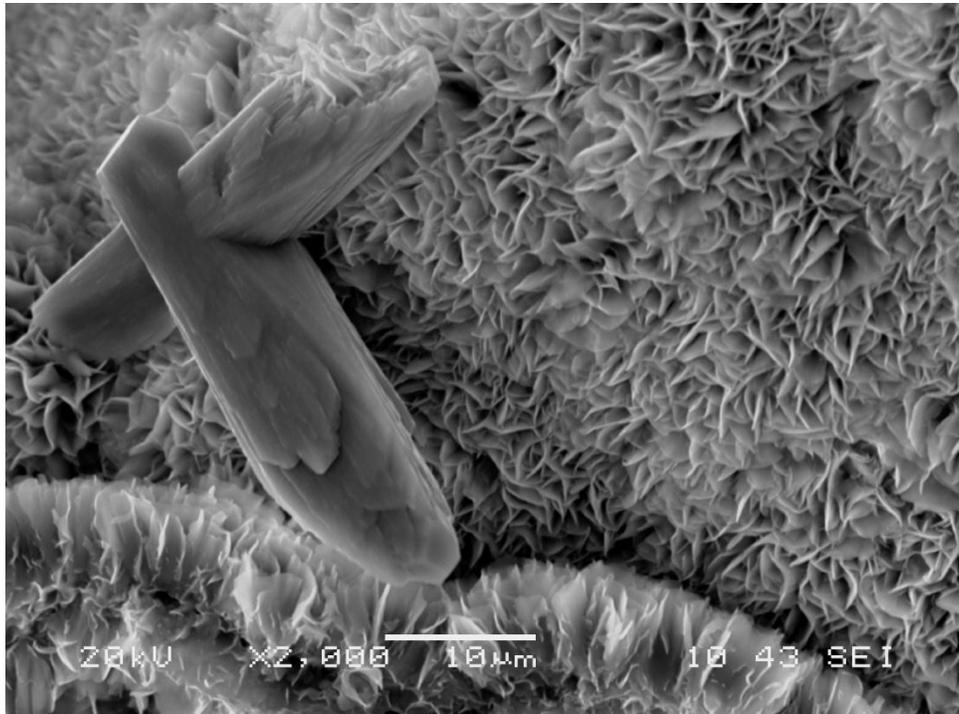


Figura 4. Smectita <http://www.minersoc.org/photo.php?id=127>

### Los almacenes de nutrientes: las arcillas y la materia orgánica

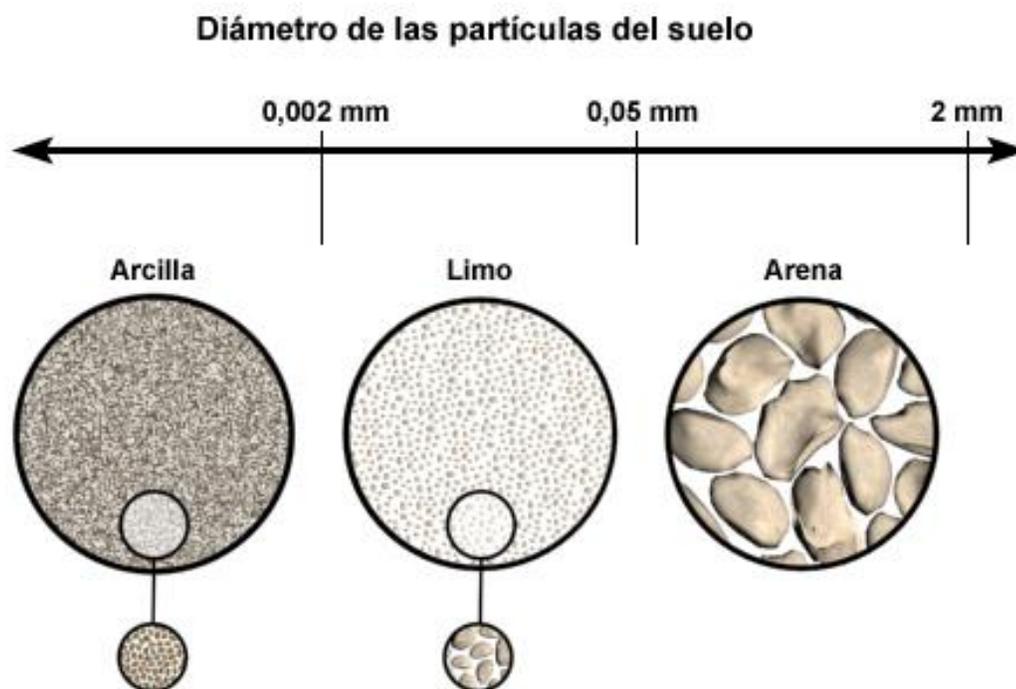
Para entender un poco la fertilidad de los suelos podemos pensar en ellos como grandes almacenes de nutrientes. El calcio, el magnesio y otros nutrientes necesarios para el crecimiento de las plantas, son retenidos entre las partículas del suelo por fuerzas eléctricas. La materia generada por la descomposición de plantas y por la transformación de la microfauna –a la que comúnmente se le llama orgánica– en el Chernozem y las arcillas del Vertisol son elementos que hacen del suelo un buen almacén de nutrientes; esto se debe a que poseen cargas eléctricas negativas. Siguiendo el principio de que los polos opuestos se atraen, las arcillas y la materia orgánica tienden a retener, a lo largo de la superficie, partículas cargadas negativamente, iones positivos de calcio, magnesio,

potasio y nitratos; todos ellos elementos necesarios para el crecimiento saludable de las plantas.

A la cualidad de los suelos de ser un almacén de nutrientes se le llama capacidad de intercambio catiónico. Esta capacidad no es únicamente la de retener nutrientes, sino la de que haya con ellos un tipo de enlace químico especial para que la planta los pueda absorber. La planta, al liberar ácidos desde la raíz –partículas con carga positiva–, debilita el enlace del catión de la arcilla con la materia orgánica dejándolo disponible para alimentarse. Si no existieran estos almacenes en los suelos, los nutrientes no podrían retenerse y al momento de ser irrigados o de recibir agua de lluvia, se irían disueltos al subsuelo o a capas muy profundas que serían inalcanzables para las raíces de las plantas.

### **¿Por qué un suelo es más productivo que el otro?**

Ambos suelos son muy negros, esto es señal de que hay un alto contenido de nutrientes. Sin embargo, si tomamos con la mano una porción de Vertisol, tiene una textura chiclosa si está húmeda y es casi una roca cuando está seca. Las partículas sólidas del Vertisol son generalmente del tamaño de la arcilla y las del Chernozem son como las del limo. Como se observa en la figura 5, los espacios vacíos en el suelo arcilloso son mucho más pequeños que los del suelo limoso. Esto hace que a las raíces de las plantas y a los animales les cueste mucho más trabajo circular a través de un Vertisol que de un Chernozem. A cualquier suelo se le puede suministrar cantidades enormes de fertilizante o de agua para hacerlo apto para la agricultura, sin embargo es prácticamente imposible cambiar el tamaño de sus partículas sólidas.



©The COMET Program

Figura 5. Tamaño y espacio entre las partículas del suelo, Imagen obtenida de University Corporation of American Research. [http://wegc203116.uni-graz.at/meted/hydro/basic/HydrologicCycle\\_es/print\\_version/04-surface\\_water.htm](http://wegc203116.uni-graz.at/meted/hydro/basic/HydrologicCycle_es/print_version/04-surface_water.htm)

La falta de espacios vacíos entre las partículas de suelo no afecta únicamente a las plantas y al agua, sino que arar es mucho más difícil en el Vertisol y se requiere mucha más energía para penetrar sus partículas tan compactas comparadas con las del Chernozem. Este último, además de tener más espacio entre sus partículas de manera natural, por tener partículas más grandes tiene familias gigantescas de pequeños animalitos como las lombrices, los agricultores microscópicos del suelo. Las lombrices, al comerse las plantas en descomposición, producen uno de los abonos más preciados del mundo. Además, su constante movimiento a través del

suelo sirve como un arado natural, pues hace espacios para que el aire, el agua y otros organismos subsistan y mantengan la fertilidad del suelo.

A su vez, la carga eléctrica de las partículas del Vertisol hace que cuando éste se deshidrata, se compacte aumentando aún más su impenetrabilidad para las herramientas del arado y para el agua y las raíces. Este tipo de deshidratación es común en los suelos mexicanos, pues se encuentran en zonas propensas a sequías. Muchas veces, al momento de la cosecha, se retira absolutamente toda la vegetación. Al hacer esto, el suelo está más expuesto al sol y con ello a la deshidratación, por lo que la microfauna se muere por la falta de agua y cobertura. Al suceder esto, el suelo se compacta tanto que es casi imposible volverlo a hacer tierra de cultivo por ser duro como una roca.

En resumen, el origen tan particular de las partículas sólidas del Chernozem posibilita que este suelo pueda ararse fácilmente, y el origen volcánico del Vertisol hace posible que los nutrientes queden retenidos en sus arcillas. En los nuevos métodos de fertilización se imitan las técnicas de los Chernozems, las lombrices son muy valoradas y utilizadas en los cultivos contemporáneos. Sin embargo, el tamaño de las partículas sólidas es imposible de cambiar, no se conoce ningún método que pueda transformar partículas pequeñas sólidas en unas más grandes.

## **Bibliografía**

1. Siebe, Cristina., Bocco, Gerardo., Sánchez, José., Velázquez, Alejandro. Suelos: distribución, características y potencial de uso. <http://www.ciga.unam.mx/investigadores/zacatucho/PDF/613Capitulos%20en%20Libros/6131Nacionales/6131-18.pdf>

2. Organización de las Naciones Unidas de Alimentos y Agricultura (FAO). FAO Statistical Yearbook 2013. Roma, Italia.  
<http://www.fao.org/docrep/018/i3107e/i3107e00.htm>
3. Buol, Stanley., Southard, R. J., Graham, R. C., McDaniel, P. A., Soil Genesis and Classification. Willey Blackwell. 6º edición, 2011, E.U.A.