

CAPÍTULO 2

SUELO

“...dependiendo de la región, actualmente la capa superior del suelo se esta perdiendo 16 a 300 veces mas rápido de lo que se esta produciendo.”

Banco Mundial, 1998

La necesidad de suelo

El suelo es a menudo llamado despectivamente como “suciedad” por los no agricultores. Sin embargo, dentro del ámbito agrícola, se reconoce éste elemento como responsable, cuando es fértil, del surgimiento de grandes civilizaciones como la Sumeria, Arcadia, Babilónica, Asiria y Persa en Mesopotamia; los desarrollos humanos en la Meseta de Loess en China; los asentamientos del período Harappa en el Valle del Indo, la Cultura Egipcia en el Valle del Nilo, la Cultura Greco-Latina en la región del Mediterráneo, y la Cultura Maya en la Península de Yucatán. Sin embargo, cuando estos suelos fueron degradados o erosionados, muchas de estas civilizaciones se redujeron hasta casi extinguirse; como en la Meseta de Loess; Sahel, al norte de África; el Mediterráneo Oriental y Yucatán, México. En la actualidad, muchos suelos en Asia, África, Europa, Australia y las Américas están siendo cultivados de manera no sostenible (Jeavons, 2012, p. 1). De acuerdo con el estudio solicitado por *The Global Mechanism* apoyado por Banco Mundial (IBRD) por sus siglas en inglés, el 65% del suelo cultivable de México se ha degradado lo suficiente para reducir producción de cultivos (Campbell & Berry, 2003, p.1). Hoy en día, México importa casi la mitad de los alimentos que conforman la canasta básica (Falk, 2014). La producción de alimentos en nuestro país (y en otros) depende claramente de calidad del suelo **¿Qué se puede hacer para resolver este problema crucial?**

Durante décadas, los gobiernos mexicanos han puesto en marcha programas para detener la agricultura de tala y quema, la tala clandestina, y el pastoreo excesivo en suelo público. El país también cuenta con proyectos de reforestación de largo alcance. El biólogo Allan Savory, creador y promotor de gestión holística de recursos [*Holistic Resource*

Management], plantea que el proceso de restitución de las tierras degradadas por estas prácticas en todo el mundo, incluyendo en México, es bastante promisorio (Savory, 1988; Savory, 2014). Sin embargo, de acuerdo con la Organización para la Alimentación y la Agricultura de las Naciones Unidas (UN-FAO), por sus siglas en inglés, 56% de los mexicanos reportaron algún grado de *inseguridad alimentaria* en 2014 (Ruehl, 2014). Eso quiere decir, que el ingreso familiar es insuficiente para comprar alimentos necesarios durante cierta época del año. Además, según el Secretario de Agricultura de México, **nuestro país, “tendrá que duplicar su producción agrícola para el año 2050”** (Mollins & Curiel, 2015, párr. 1) al proyectarse que su población aumente de 122 a 150 millones a partir del 2015.

La Jardinería Biointensiva *Grow Biointensive™*, tal como se presenta en este documento, puede aumentar la seguridad alimentaria de las familias en un año y la construcción de dos pies (~0.6m) de suelo fértil, autosustentable, en cinco años (Jeavons, 2012, p. 2). **La clave del éxito de la Jardinería Biointensiva es construir un suelo fértil.** Para hacer eso, necesitamos saber qué suelo es, cómo se forma, el papel del agua, cómo el suelo es compatible con la vida vegetal, y cómo hacer que sea fértil. Este capítulo trata sobre lo que es el suelo y cómo se forma.

¿Qué es el suelo?

El suelo es un ecosistema dinámico de minerales, materiales orgánicos, poros, agua, gases y la biota en vivo en la superficie de la tierra que pueden apoyar la vida de las plantas. Su espesor se determina por la profundidad de penetración de las raíces, con su área de extensión limitada por un suelo, sedimento, roca, o cuerpo de agua específicos. También, se le llama el pedosfera y, junto con la litosfera, hidrosfera y atmósfera, constituyen el súper-ecosistema que el doctor James Lovelock (2006) denominó Gaia-la Tierra viva.

Un suelo ideal que dé soporte para la planta se conforma aproximadamente por: “45% de minerales, 5% materia orgánica viva y muerta, el espacio de aire de 25% y 25% de agua” (Plaster, 1997, p.7). Las partículas minerales del suelo se componen principalmente de cuarzo de color claro y feldespato; el hierro de color oscuro; minerales que llevan manganeso, como piroxeno y hornblenda, y minerales de arcilla llamados silicatos de

aluminio hidratados. Estos elementos van desde arena de 0.05 mm a 2.0 mm, a limo de 0.002 mm a 0.05 mm, hasta arcilla de menos de 0.002 mm de diámetro. Los suelos más productivos son una mezcla de estos componentes; llamada "marga". Algunos suelos que contienen grava de 2.0 mm a 64 mm de diámetro son aceptables, pero, si contienen guijarros de 64 mm a 256 mm o cantos rodados de más de 256 mm de diámetro; pueden generar daños en el equipo y es mejor despejarlos o reservar el terreno para la silvicultura o el pastoreo.

Raíces, tallos de plantas, hojas, estiércol, humus de lombriz, biota muerta, composta, e incluso los troncos y ramas que finalmente se descomponen en irreconocibles desechos de carbón, contienen nutrientes vitales solubles que la planta absorbe y le dan vida. Estos elementos y compuestos se pueden alimentar a la siguiente generación.

La porosidad del suelo es importante porque mantiene los gases y el agua necesarios para cultivar plantas. Los poros se sitúan entre los granos del suelo; en las fisuras entre los terrones compactos de tierra; los tubos de gusanos; en los agujeros de salida de raíces podridas y/o tubérculos; en los túneles hechos por animales como la ardilla de tierra y en las excavaciones con herramientas de mano hechas por hombre. Los niveles de gas entre los 10 cm y los 25 cm de la superficie de un suelo bien ventilado poseen concentraciones de gases atmosféricos de nitrógeno de ~78%, de oxígeno, ~21%, de dióxido de carbono, ~0.03%, más gases raros. Por debajo de la zona de ventilación, la respiración de los microorganismos del suelo consume la mayor parte del oxígeno y lo reemplaza con dióxido de carbono hasta aproximadamente 21% (Plaster, 1997, p. 8). Este efecto se produce rápidamente en suelos saturados con agua generando condiciones anaeróbicas¹ que conducen a la pudrición de la raíz y en últimas a la muerte de la planta.

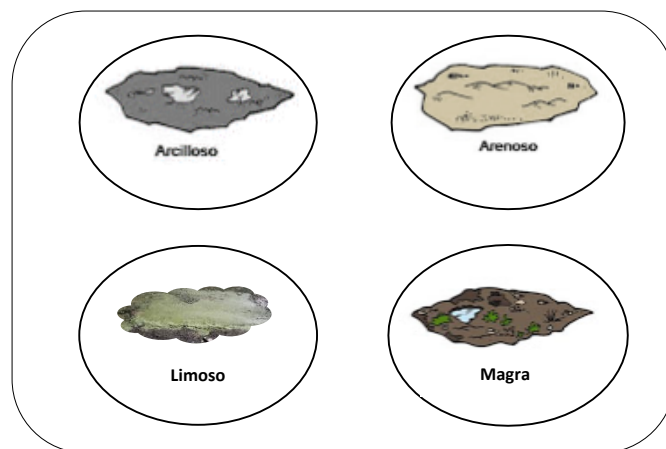
Arena y arcilla pueden tener espacios porosos similares, digamos 30%, pero, se comportan de manera muy diferente cuando se transmite el gas o el agua. La arena pura es tanto porosa como permeable. Es decir, que tiene poros relativamente grandes y conectados que permiten que el agua y los gases se muevan libremente. Por el contrario, la arcilla puede ser bastante porosa, pero, relativamente impermeable lo que dificulta el libre

¹ Con bajas concentraciones de oxígeno

tránsito de agua y gases en el suelo. Las fuerzas de cohesión entre las moléculas de agua a través de los huecos relativamente grandes de la arena son débiles mientras que las fuerzas adhesivas entre las moléculas de agua y las partículas de arcilla en pequeños huecos son muy fuertes. En general, la arena drena rápidamente; mientras que en la arcilla el proceso es más lento. Ambos componentes pueden causar problemas a la planta. La arena se seca en un par de días; la arcilla retiene el agua durante semanas o meses y, como las bacterias aeróbicas consumen el oxígeno del suelo, las raíces pueden pudrirse. Los suelos más productivos para muchas plantas se componen con una mezcla de arena, limo y arcilla. El agua del suelo es muy importante para las tierras secas, como las de Coahuila, por lo que los capítulos 3 y 4 de este manual están dedicados a ese tema.

Figura 1.

Tipos de suelos

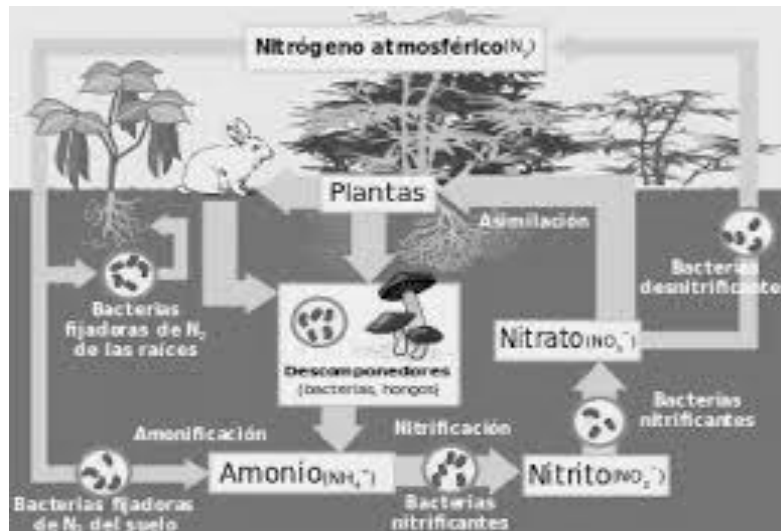


De acuerdo con investigaciones realizadas en la Universidad de Cornell en Estados Unidos de América, las plantas obtienen 15 de sus 18 nutrientes básicos (nitrógeno, fósforo, azufre, potasio, calcio, magnesio, hierro, cobre, boro, manganeso, molibdeno, zinc, cloro, cobalto, y níquel) desde el suelo a través de sus raíces en forma de iones como el potasio (K^+) que se transportan en el agua del suelo (Universidad de Cornell, 2012). El carbón en forma de dióxido de carbono sumado al hidrógeno y oxígeno, vienen principalmente desde el aire. Para que la planta integre el nitrógeno inerte ($N_2 \uparrow$), que compone el 78% del aire,

éste debe ser dividido por un rayo o una bacteria para generar el ion amonio NH_4^+ . Una pequeña cantidad de agua y nutrientes son absorbidos por las hojas.

Figura 2.

Proceso de integración del nitrógeno en el suelo



La biota² de la tierra es fundamental para la formación del suelo. Por desgracia, pocas personas, incluyendo algunos agricultores, no visualizan al suelo como un ecosistema ni comprenden la necesidad de mantener en él un equilibrio saludable. El suelo es a menudo considerado como un elemento inerte que es arado, sembrado, fertilizado y regado cuando sea pertinente; y rociado con herbicidas, pesticidas y fungicidas según sea necesario. Esta práctica funciona al principio, pero, pronto requiere cantidades crecientes de las mismas sustancias <https://es.wikipedia.org/wiki/Biota> químicas que mataron a la mayor parte de los organismos que enriquecen el suelo; generando una evolución agresiva de plagas resistentes a productos químicos. Una cucharadita o aproximadamente 1 gramo de suelos agrícolas sanos pueden contener de 100 a 1000 millones de bacterias individuales aeróbicas y anaeróbicas; varios metros de filamentos de hongos y pelos radiculares de plantas

² Se conoce como biota al repertorio de especies de un compartimento del ecosistema, como el suelo, la rizosfera o el fondo de un ecosistema acuático. Fuente:

vasculares; varios miles de protozoos, de 10 a 20 nemátodos y algunas lombrices bebé. También puede haber arqueas, organismos antiquísimos similares a las bacterias que carecen de un núcleo, que se cree dan soporte vital a las variedades con núcleo como la eucariota, las cianobacterias o la antigua bacteria azul-verde; así como a una gran variedad de organismos microscópicos como algas, arañas e insectos tales como ácaros, colémbolos, nemátodos, y otros. A escalas más grandes puede haber ratones, ardillas, marmotas y otros animales. Los científicos han identificado sólo una fracción del total de estos organismos y mucho menos identificar las interacciones físicas, químicas, biológicas entre ellos y su entorno. (Fortuna, 2015).

¿Cómo se forma el suelo?

De acuerdo a Plaster (1997) "la formación del suelo depende de material parental, clima, topografía, tiempo y biota" (p. 17). Material parental puede ser lecho de roca, escombros glaciales, arena soplada, o limo eólico llamado *loess*, lechos de lagos secos, pantanos y sedimentos transportados como: los abanicos aluviales³, coluvión⁴ en la base de fuertes pendientes, depósitos por deslizamientos, y otros tipos menos comunes. La erosión, lixiviación química, o la contaminación de aguas residuales, puede eliminar o destruir los suelos agrícolas. El carbonato de calcio (CaCO₃) o caliche y la acumulación de sales son los problemas particulares en las zonas áridas donde la evaporación del suelo y transpiración de las plantas es superior a la precipitación.

El clima es un factor importante en la formación del suelo. Puede tomar miles de años para formar una pulgada de suelo en climas áridos, y el suelo formado, puede ser tan salado, o cargado de caliche, que sólo es compatible con las algas y líquenes. Gran parte del centro y norte de México es semiárido a árido. El clima cálido y húmedo del sur de México puede producir suelos orgánicos (>20% de carbono) en las depresiones y las áreas de nivel.

³ Suelen ubicarse en quebradas y superficies topográficas amplias. A diferencia de los coluviales, tienen un espesor más apreciable y conforman terrazas más desarrolladas especialmente en los márgenes de valles fluviales. Fuente: <http://explorock.com/clasificacion-de-los-depositos-sedimentarios/>

⁴ Están presentes tanto en climas áridos como secos, tienen apariencia de conos o pequeños abanicos que no cuentan con un espesor importante ya que corresponden a acumulaciones locales sin mucho transporte. Fuente: <http://explorock.com/clasificacion-de-los-depositos-sedimentarios/>

En los paisajes tropicales existen suelos de lixiviación a plintita casi estéril, antes llamada laterita. Éstos son conocidos por ser productivo durante unos años y luego convertirse en áreas deslavadas de terrones que se desmoronan. El clima más deseable es uno de temperaturas moderadas, 100 cm a 150 cm de precipitación anual, con evapotranspiración⁵ similar a la lluvia recibida, sin estaciones secas o frías extendidas. Un ejemplo es la “zona de maíz” que comprende los Estados de *Ohio, Indiana, Illinois, Nebraska y Kansas* en los Estados Unidos de América; donde la agricultura mecanizada está completamente desarrollada. México carece de los tipos de clima y suelo de ésta zona del mundo.

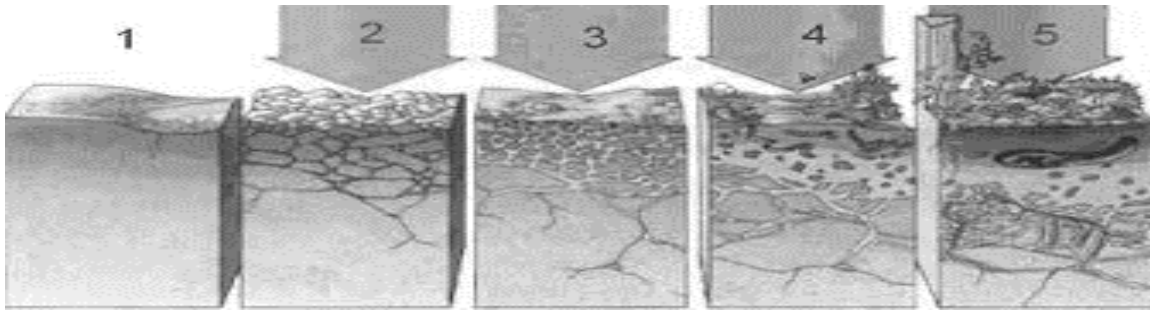
La topografía es fundamental para la agricultura que depende de maquinaria. Y, aunque gran parte de la Península de Yucatán es relativamente plana, una delgada capa de suelo orgánico se superpone a una base de piedra caliza, lo que lo hace infértil. Los suelos de esta región fueron agotados por los antiguos Mayas y esta situación pudo haber contribuido a la desaparición de su vasto imperio. Las empinadas y rocosas laderas de la Sierra Madre Oriental y Occidental y la Sierra Madre del Sur, limitan severamente las zonas aptas para la agricultura a nivel industrial. El Altiplano y el norte de México tienen valles relativamente planos. Sin embargo, la mayoría son demasiado secos para producir cultivos sin riego y carecen de ríos o lagos. Muchas áreas urbanas como Saltillo se abastecen de agua en forma no sustentable extrayéndola de pozos de profundidades mayores a 100 metros.

El tiempo también es un factor, ya que la mayoría de los suelos se forman lentamente en términos de duración de la vida humana. A la naturaleza le toma de cientos a miles de años formar una pulgada de suelo fértil que sostenga vida vegetal; y éste que puede ser destruido en pocos años por las prácticas agrícolas no sostenibles.

⁵ Es el resultado del proceso por el cual, el agua cambia de estado líquido a gaseoso, y directamente, o a través de las plantas, vuelve a la atmósfera en forma de vapor. Fuente: <http://www.miliarium.com/Proyectos/EstudiosHidrogeologicos/Memoria/Evapotranspiracion/evapotranspiracion.asp>

Figura 3.

Proceso de formación de suelo fértil



De acuerdo con Fortuna (2015) la biota del suelo crea algunas de las aberturas que permiten el movimiento de gases y la solución del suelo (agua subterránea que contiene iones). Más importante aún, crean muchos de los nutrientes biogeoquímicos esenciales para la vida vegetal a través de diversos procesos. Estos procesos incluyen:

- La mineralización, o el cambio de la materia orgánica en inorgánica y su integración o almacenaje en el suelo mediante agentes quelantes.
- El ciclo de nutrientes, o el paso a través de varios niveles tróficos en la cadena alimentaria subterránea.
- La prevención y la transmisión de la enfermedad.
- La degradación o neutralización, algunos contaminantes.
- La mejora de la estructura del suelo.

Debido a la importancia y la complejidad de estos temas, te recomiendo la lectura del artículo en línea de Ann-Marie Fortuna cuyos datos puedes encontrar en la bibliografía al final de este capítulo; o bien, adquirir un libro de texto de primer año de la universidad de la ciencia del suelo.

La clave para la agricultura es un suelo fértil

En 1982, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente estimó que durante los últimos 1,000 años los seres humanos han convertido alrededor de dos millones

de hectáreas de tierras agrícolas productivas en terrenos baldíos ¡Eso es más que el total mundial en el cultivo de hoy! (Meadows, Randall & Meadows, 2004, p.61).

La importación de alimentos coloca a los consumidores mexicanos a merced de las empresas y gobiernos extranjeros, el gobierno mexicano, el clima, el transporte, la exportación, el tipo de cambio, los controles arancelarios y el intermediario. Mientras que los programas gubernamentales abordan algunos de los grandes problemas de largo alcance; tu puedes resolver tus problemas inmediatos de abastecimiento de alimentos cosechando productos orgánicos de bajo costo usando sencilla jardinería óptima. **Una clave para el éxito de Jardinería Optimizada es generar y mantener un suelo fértil.**

Bibliografía

Baker, J. (2014). *How Mexico's energy reforms may ease its dependence on food imports.*

[Página web] Washington, D.C., James A Baker III Institute for Public Policy.

Recuperado de <http://blog.com/bakerblog/2014/06/how-mexic>

Campbell, D. & Berry, L. (2003). Land Degradation in Mexico: Its Extent and Impact. En L.

Berry, J, Olson & D. Campbell (Eds.), *Assessing the Exent, Cost and Impact of Land Degradation at the National Level: Findings and Lessons Learned From Seven Pilot*

Cases Studies (pp. 1-25). Recuperado de: <http://earthmind.org/files/coed/04-COED-LandDegradation-CaseStudies.pdf>

Cornell University. (2012). PO1 and PO2, 18 essential elements for plant nutrition.

Northeast Region Certified Crop Advisor (NRCCA) study resource. Recuperado de

<http://nrcca.cals.cornell.edu/nutrient/CA1/CAO10102/>

Falk, J. (junio, 2014). Mexico's energy reform may ease its dependence on food imports

Baker Institute says. *Rice University News & Media*. Recuperado de

<http://news.rice.edu/2014/06/24/mexicos-energy-reform-may-ease-its-dependence-on-food-imports-baker-institute-says/>

Fortuna, A. (2012). The soil biota. *The Soil Project, Nature Education Knowledge* (3)10,

Recuperado de <http://www.nature.com/scitable/knowledge/library>

- Jeavons, J. (2012). *How to Grow More Vegetables—and fruits, nuts, berries, grains, and other crops—than you ever thought possible on less land than you can imagine* (8ª Ed.). Berkeley, California, USA: Ten Speed Press.
- Lovelock, J. (2006). *The Revenge of Gaia; Earth's Climate Crisis and the Fate of Humanity*. New York, USA: Basic Books, a Member of the Persus Group.
- Meadows, D., Randall, J. & Meadows D. (2004). *Limits to Growth: The 30 Year Update*. White Horse Junction, Vermont, USA: Chelsea Green Publishing Company.
- Mollins, J. & Curiel, R. (abril, 2015). *Race for Food Security by 2050 can be won Mexico Agricultural Secretary says*. [Página web] CIMMYT— International Maize and wheat Improvement Center. Recuperado de <http://www.cimmyt.org/en/what-we-do/wheat-resea>
- Plaster, E. (1997). *Soil Science and Management* (3rd Ed.). Albany, New York, and 20 other cities: Delmar Publishers.
- Ruehl, D. (2015). *Food security and nutrition in Mexico, an overview*. [Página web]. Recuperado de <http://sinhambre.gov.mx/wp.content/uploads/2015/C>
- Savory, A. (1988). *Holistic Resource Management*. Covelo, California, USA: Island Press.
- Savory, A. (2014, marzo 6). *How to green the worlds deserts and reverse climate change*. [Archivo en video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=LuZL68NCfPY>