

EL SUELO AL SERVICIO DE LA SOCIEDAD Y SU ROL EN EL CONTEXTO DE LOS CAMBIOS GLOBALES

Por: Hernán Burbano Orjuela¹

*Es el poder creativo del intercambio de información
lo que hace al mundo tan interesante y complejo*

Ricard Solé

RESUMEN

Este artículo examina la relación entre suelo, vida y sociedad y destaca que el primero es el soporte del complejo sistema propio del planeta. Señala que en las disfunciones del sistema terrestre se inscriben los problemas del suelo. Alude a los cambios globales contemporáneos y al rol del suelo en este contexto. Y, finalmente, destaca que el suelo se ubica en un planeta que funciona como un sistema que se debe mantener en condiciones adecuadas para la vida.

Palabras clave: Sistema terrestre, Degradación de suelo, Fijación de carbono

ABSTRACT

This article examines the relation among soil, life and society highlighting the role that soil plays in supporting our planet's complex ecological system. It shows also how Earth's dysfunctions are closely related to soil problems and links contemporary global changes with soils. Finally, this work stresses that soils are part of a planet, which works as a system that must be maintained under conditions adequate for life.

Key words: Terrestrial system, Soil degradation, Carbon fixation

1. Profesor Titular y Distinguido de la Universidad de Nariño, Pasto, Colombia. Investigador y Consultor particular. Exrector de la Universidad de Nariño. hernan.burbano@googlemail.com

INTRODUCCIÓN

Existe un componente de la biosfera que es el suelo, *la piel de la Tierra*, que los seres humanos han tenido a lo largo de la historia como asiento de cuanta civilización ha existido, ya que el suelo tiene la virtud de ser omnipresente y porque del mismo depende en alta medida la vida en el planeta, aunque, hay que admitirlo, pasa desapercibido para la mirada de las personas. Por ello, el suelo como tal no es valorado por la sociedad -aunque sí las tierras, por las cuales han ocurrido tantas guerras-, escasamente los profesionales del sector agrario saben acerca de la valía del suelo; en el ámbito de la economía se considera como un recurso pero no se dimensiona su importancia, aunque nuevamente se vuelve a hablar de la tierra; y, en los tiempos que corren, frente a la crisis ambiental, el suelo no aparece en lo que se podría denominar “contabilidad ambiental global”. Es como si los habitantes de la Tierra, renunciáramos a nuestra estirpe de seres ligados al suelo, a la arcilla, a esos caldos y lodos donde nació la vida y donde también se cierra el ciclo vital.

Con estas ideas, se procede a delinear lo que es y representa el suelo para la sociedad y a través de algunas situaciones o ejemplos se busca animar a las personas, a interesarlas por la preservación de la piel del planeta, en razón de que toda expresión de vida en la Tierra, pasa por el suelo.

SUELO, VIDA Y SOCIEDAD

El suelo es el resultado de una serie de procesos biológicos, químicos y físicos que toman mucho tiempo y que obra sobre el paisaje, su topografía y sobre diferentes materiales parentales, hasta que aparece algo similar a lo que hoy se conoce como suelo y que se puede visualizar como un cuerpo natural conformado por un sistema de tres fases, una sólida -orgánica y mineral-, otra líquida y una tercera gaseosa, cuyos constituyentes se hallan dispersos en una matriz heterogénea (Burbano, 2009a).

La vida en la Tierra se desarrolla dentro del marco constituido por el agua, el suelo, la atmósfera y la vegetación. En las interrelaciones de estos recursos, el suelo es el soporte del complejo sistema propio de la vida. El suelo, esa capa delgada de la corteza terrestre, ha acompañado al hombre a lo largo de la historia y en él tienen lugar procesos claves para los ecosistemas. En buenos suelos se desarrollan las civilizaciones y se apoyan las naciones que cada día exigen más y más de él, para poder sostener la vida del planeta cuya población crece aceleradamente. Este problema, por su complejidad, se ha vuelto crítico para los planificadores del desarrollo (Arias Rodríguez y Orozco, 1999).

El suelo se extiende por todo el planeta, podría decirse que es omnipresente y por ello es el escenario para que las personas cumplan con sus fines sociales y biológicos (Burbano, 2009). La función del suelo es una cuestión transversal, y así debe reconocerse, ya que son muchos los sectores económicos que lo utilizan y participan en su deterioro a distintos niveles. La reducción de la funcionalidad consiguiente del suelo tiene un efecto en el conjunto del medio ambiente (Brissio, 2007).

Es interés destacar que hay una relación sinérgica entre el suelo y el agua y por eso algunos autores conceptúan que hoy en día el desarrollo de los pueblos está directamente ligado a la riqueza de los suelos y a la disponibilidad de agua, y que por ello no existen pueblos desarrollados en suelos pobres (Urquiaga y otros, 2005). Aunque el suelo cumple muchas funciones, una fundamental es que ayuda a reincorporar a los ciclos biogeoquímicos de la Naturaleza los elementos químicos que se hallan en la atmósfera como el nitrógeno, indispensable en la nutrición de plantas y animales, o aquellos que quedan en los restos de plantas y animales, como el carbono y el fósforo, entre otros. Por lo anterior, es que los suelos funcionan como “almacenes de carbono”, aspecto que se comentará posteriormente (Semarnat, 2008).

En la idea de valorar los suelos hay que advertir que la formación de estos es un proceso extremadamente lento. Los tiempos mínimos aproximados que se requieren para la formación de suelos de origen volcánico, como muchos que se encuentran en la región andina de Colombia, oscilan de los 500 a los 1.000 años; suelos viejos que se conocen como oxisoles y ultisoles y que en el país se localizan en la Orinoquia y en la Amazonia, demandan tiempos que van de 100.000 hasta cerca de 1.000.000 de años (Lavelle y Spain, 2005). Sobre esta base, el suelo se debe considerar como un recurso natural no renovable y, en consecuencia, como un bien que debemos proteger. Si a lo anterior se suma que el suelo es un recurso limitado, el incremento acelerado de la población humana genera conflictos con relación a su utilización, manejo y aprovechamiento, porque el incremento poblacional aumenta paralelamente el “consumo humano” en términos energéticos, alimentarios y en general de productos y servicios (Casanova, s.f.).

El suelo ha dejado de ser un ilimitado manto de fertilidad y por eso se ha convertido en un recurso natural que exige un manejo racional. El suelo dejó de ser un puñado de tierra abundante y sin precio; hoy es un recurso natural valioso y escaso cuyo precio alcanza valores muy altos, por eso, los grandes negociantes del suelo han acumulado enormes fortunas manipulando la oferta y la demanda (Arias Rodríguez y Orozco, 1999).

Un aspecto crítico para la valoración y conservación del suelo, es que la sociedad se siente menos interesada por la degradación de suelos que por el agotamiento de los otros recursos naturales, porque el suelo no es

un bien directamente consumible y porque se asume comúnmente que los suelos son renovables a escala humana. En efecto, los seres humanos logran destruir en unos pocos años un recurso, que le cuesta a la naturaleza miles de años para formarlo. De ahí que, las estimaciones de pérdidas físicas y económicas son alarmantes (Zink, 2005).

DISFUNCIONES DEL SISTEMA TERRESTRE Y PROBLEMAS CON EL SUELO

Los síntomas o evidencias del maltrato a la naturaleza se hacen visibles por la pérdida irreparable de la biodiversidad, la degradación de los **suelos** y la alteración dramática del ciclo del agua que generan tragedias y limitan las opciones de vida digna para las personas especialmente en los países subdesarrollados (Uscátegui, Burbano y Sabogal, 2006).

Hay un impacto muy fuerte de la población, que bordea los 6.500 millones de personas en el mundo y los 45 millones de personas en Colombia, que presionan por el uso del territorio en lo rural y en lo urbano y que dan lugar, sin discusión, al crecimiento permanente de un subsistema económico que se expande sobre un sistema global finito que ve comprometidos sus recursos, -entre ellos el suelo- aproximándose cada vez más a la frontera de su capacidad de carga. Vistas así las cosas, hay que convenir, que los problemas aparentemente técnicos que afectan al suelo terminan siendo, sin duda, problemas de orden social (Burbano y Silva, 2010).

La degradación del suelo es el proceso degenerativo que reduce la capacidad actual o futura de los suelos para seguir desempeñando sus funciones. Este fenómeno puede obedecer tanto a causas naturales como a causas antrópicas. Sobre este último aspecto, Pretty y colaboradores (2010), en el marco de un estudio sobre las 100 preguntas de mayor importancia para el futuro de la agricultura global, consideran que la degradación del suelo por la disminución de los nutrientes y de los “pools” del carbón orgánico del suelo, se ve exacerbada por un uso permanente de prácticas agrícolas extractivas, y que esto es un asunto importante en los países en vías de desarrollo de África, sur y sureste de Asia y del Caribe.

Actualmente, los cambios globales conducen a procesos generalizados de degradación de suelos, con graves consecuencias ambientales, sociales y económicas que se manifiestan en descensos en la producción o incrementos en los costos de producción de alimentos, descensos en la disponibilidad de agua de buena calidad para las necesidades agrícolas, urbanas e industriales, descensos en la diversidad biológica, efectos sobre los cambios climáticos e incremento de los riesgos de “desastres naturales” (Pla Sentís, 2010).

El cambio global alude al conjunto de modificaciones ambientales provocadas directa o indirectamente por el hombre, con efectos sobre procesos fundamentales en el ámbito mundial. Una parte muy importante de este fenómeno global es el cambio climático. Dichas modificaciones, que son producto de la interacción de sistemas biofísicos y sistemas sociales, han venido ocurriendo durante toda la historia del hombre sobre la Tierra, pero se han exacerbado en el siglo pasado, producto del rápido crecimiento de la población y del desarrollo tecnológico, todo ello acompañado de un creciente consumo de energía, alimentos, agua y de ocupación del espacio (Pla Sentís, 2010).

Refiriéndose en particular al calentamiento global, Leff (2008) dice que, en el mismo, confluyen todos los procesos de degradación ambiental del planeta -contaminación atmosférica, concentración urbana, deforestación exagerada- y, advierte, que está conducido por el criterio de la racionalidad económica es decir, por el imperativo de valorizar lo que antes no se consideraba necesario valorizar en la naturaleza, que son los bienes y servicios ambientales. Hoy, agrega, el propósito de seguir capitalizando la naturaleza está siendo impulsado fuertemente por las estrategias de poder de una nueva geopolítica de la biodiversidad, del cambio climático, del desarrollo sostenible. Se podría agregar, que se debe pasar de un ingenuo y desprevenido discurso ambiental, a un análisis riguroso en donde se crucen las consideraciones biofísicas y sociales.

Volviendo de nuevo la mirada al suelo, hay que recoger el criterio de Morin (2009), quien considera que “hay por todas partes una angustia difusa, pero real, de la pérdida del suelo. Hay que reencontrar la tierra, y la palabra aquí es muy rica, ya que significa no solo la tierra de un país o territorio, sino también del planeta Tierra, del que somos hijos y que debemos salvaguardar en su diversidad viviente y humana” (Morin, 2009).

LOS CAMBIOS GLOBALES Y EL SUELO

Desde la óptica de la complejidad se considera que existe una clara relación entre cambio climático, desarrollo sostenible, calidad ambiental y degradación del suelo o edáfica. El cambio climático afecta al suelo y puede generar una mayor degradación. Al mismo tiempo, este medio desempeña una función importante en el secuestro del carbono atmosférico mediante el proceso dinámico que altera el contenido de materia orgánica presente en el suelo. Por culpa de la degradación, se pierde materia orgánica y con ella el carbono orgánico existente en el suelo, de modo que este medio pierde su capacidad para actuar como sumidero del carbono (Brissio, 2007). Por eso, los suelos han irrumpido recientemente en el debate científico sobre

el calentamiento del planeta, ya que son a la vez fuente y sumidero o pozo de gases con efecto invernadero.

Las consecuencias del calentamiento del planeta para los suelos también son difíciles de precisar. Los científicos estiman, por ejemplo, que en las inmediaciones del Sahara, lo más probable es que el desierto gane la partida. Pero, al mismo tiempo, amplios territorios van a despejarse en las regiones peri-árticas como consecuencia del deshielo. En consecuencia, señalan, dentro de algunas décadas resultará posible cultivar trigo en el Norte del Canadá y en Siberia. Estos presagios suenan desconcertantes, pero son vaticinios que se hacen con base en las tendencias del comportamiento del planeta.

La importancia que tiene el suelo en el cambio global y en el calentamiento de la Tierra tiene que ver con la mayor o menor presencia en la atmósfera de gases como CO₂ (dióxido de carbono), CH₄ (metano), N₂O (óxido nitroso), ligados a los ciclos biogeoquímicos del carbono y del nitrógeno que, inexorablemente, pasan por el suelo, y que por lo mismo se acumulan en este medio o migran a la atmósfera y se insertan en la problemática del efecto invernadero. Cabe señalar que, en contra de algunas ideas sin fundamento científico, la naturaleza sí “contamina”, lo contrario indicaría que esa naturaleza está muerta; ahora, en la realidad del planeta debemos saber que los seres humanos interferimos en los ciclos biogeoquímicos y de esta manera inclinamos la balanza en uno u otro sentido, afectando nuestro mundo.

El grupo de Sandoval (2003) hace consideraciones interesantes acerca del rol del suelo en el ciclo global del carbono y en lo que se ha dado en denominar secuestro o captura de carbono y que técnicamente, más bien, debería llamarse fijación de carbono, sobre todo en Colombia, donde las dos primeras denominaciones tienen una connotación de fatalidad. En esta dirección, entonces, se acude a planteamientos e información de este autor y sus colaboradores.

Como todo en la naturaleza guarda relación con todo, sea lo primero expresar que se da un balance entre los océanos, la atmósfera y el sistema terrestre que incluye vegetación-biomasa y suelo. El equilibrio de carbono en la Tierra, entonces, es función de tres reservorios, el océano con una cantidad estimada de carbono de 38.000 Pg -petagramos- (un Pg es igual a 10¹⁵ g ó 1.000 millones de toneladas métricas), la atmósfera contendría 750 Pg, y el sistema terrestre aportaría 550 Pg como biomasa-vegetación y 1.576 Pg de carbono orgánico del suelo. Estos tres reservorios se encuentran en un equilibrio dinámico, cada uno interactuando e intercambiando carbono con el otro. Un cuarto reservorio, el reservorio geológico, se estima que tiene 65,5 x 10⁶ Pg C; sólo una pequeña parte de éste, aproximadamente 4000 Pg, está presente como combustible fósil. En el gran ecosistema terrestre,

el pool de mayor tamaño corresponde al carbono orgánico del suelo 1.550 Pg C, seguido por el pool de carbono inorgánico del suelo 750-950 Pg C.

Se puede subrayar que a la luz de las cifras anteriores, el suelo es el mayor sumidero de carbono y que por eso resulta de gran interés su conservación, ya que los fenómenos de deterioro o degradación, principalmente la erosión, hacen que se pierda la parte del suelo donde reposa la materia orgánica en la cual se halla el carbono orgánico, que fija este elemento y que impide que el carbono oxidado, en forma de CO₂, incremente los niveles de este gas en la atmósfera. También es interesante saber que de los 1.576 Pg de carbono que almacenan los suelos del mundo, el 32%, es decir, 506 Pg, se encuentran en los suelos de los países localizados en el trópico.

Cerca del 20% de los suelos de la Tierra se utilizan para el cultivo de plantas y son las prácticas agrícolas las que tienen una gran influencia en el almacenamiento del carbono en el suelo o su liberación a la atmósfera como CO₂. La agricultura convencional ha causado una importante disminución de la materia orgánica -depositaria del carbono- y de la calidad de suelo; en general, debido a que muchos sistemas agrícolas pierden el carbono a través de la oxidación y erosión, cuyas tasas son mayores que la fijación y estabilización. La mayor oxidación se debe al incremento de la aireación del suelo y el mayor contacto de los residuos; en cuanto a la erosión, ésta aumenta al quedar la superficie de los suelos descubierta y expuesta a la lluvia y viento.

Estos procesos pueden ser revertidos mediante la adopción de prácticas de labranza y manejos menos agresivos, que significan menor laboreo del suelo. Es importante señalar que el carbono de las plantas entra al pool del carbono orgánico del suelo (COS) en forma de residuos vegetales, raíces, exudado de raíces o excretas de animales.

Lo anterior nos permite reflexionar acerca de la posición que ocupan los países en vías de desarrollo, -ubicados en la faja tropical del planeta y exportadores netos de productos agrícolas-, en la problemática ambiental global, aunque, igualmente, sobre el propio futuro de estos países en lo que respecta a recursos tan importantes como el suelo y el agua que migran a otros territorios, convertidos en alimentos de origen vegetal y animal, generalmente mal valorados y peor pagados en el mercado mundial.

Retomando lo relativo al carbono, en el suelo, el carbono orgánico es una fuente de alimento para la mayor parte de las formas de vida propias de este medio que, a su vez, sustenta a plantas superiores que existen como parte de sistemas ecológicos terrestres más complejos. También, el COS es emitido a la atmósfera como CO₂ producto de las transformaciones oxidativas que ocurren en el suelo. El incremento del COS depende de la cantidad y

calidad de los residuos, pero también del tipo de suelo que se ubica en unas condiciones de clima -temperatura y humedad, etc.- que dará la capacidad potencial con la cual las tasas de entrada y salida se produzcan.

Las consideraciones realizadas, aparentemente teóricas, son fundamentales para re-direccionar la agricultura y para preservar el suelo soporte insustituible de los ecosistemas y de los agroecosistemas, para velar a la vez por los servicios ambientales y por la producción de alimentos para una sociedad en continuo crecimiento. Escuelas como la agroecología son una respuesta a los problemas de deterioro de la naturaleza y un compromiso con la producción alimentaria, para servir a las personas hoy y mañana.

EL SUELO EN UN PLANETA QUE FUNCIONA COMO UN SISTEMA

Lovelock (2006) nos recuerda que la Tierra funciona como un sistema único y auto-regulado, integrado por componentes físicos, químicos, biológicos y humanos. Con interacciones y flujos complejos de información entre las partes que lo componen y con gran variabilidad en sus múltiples escalas espacio-temporales. En esta dirección también señala que la respuesta de la Tierra viva a lo que hacemos no solo depende de la **cantidad de suelo** que explotemos y de la contaminación que generemos, sino también de su estado actual de salud. Cuando la Tierra era joven y fuerte, afirma, resistió cambios adversos y superó las fallas de su sistema de regulación de temperatura. Quizá al presente nuestro planeta sea más viejo y menos resistente.

En congruencia con lo anterior, se requiere de un nuevo estilo de pensamiento que sea sistémico, holista, integrador, que enfoque los procesos como fenómenos distribuidos, formando redes y que tenga en cuenta la no-linealidad de las *complejas* tramas de relaciones y de los procesos entre los sistemas. Un nuevo estilo de pensamiento con estas características va a permitir que se definan las estrategias de estudio e intervención con mayores opciones para enfrentar problemas modernos como el desarrollo sostenible y la protección del ambiente en su multidimensionalidad (Loló, 2008). En torno a este mismo asunto, se juzga que la base del desarrollo sin límites de la ciencia y la tecnología fue la profunda escisión entre cultura y naturaleza que llegó a la modernidad para convertirse en sujeto y objeto. En estas circunstancias, la cultura moderna se consolidó gracias a la creencia de que la naturaleza era ilimitada y estaba disponible como recurso simplemente, para la racionalidad tecno-científica infinita del ser humano (Noguera de Echeverri, 2004).

Leff (2008), frente a las realidades actuales del mundo y a los problemas planetarios, considera que hay replantear la idea según la cual la naturaleza siempre fue para la economía algo que se daba en abundancia, e ilustraba con la escasez, concepto fundamental de la economía, aunque se trataba,

dice el autor, de una escasez puntual y discreta, susceptible de resolverse por la vía de la técnica. Para él, en la crisis ambiental del presente, la escasez adquiere la condición de global y la externalidades de la economía se tienen que enfrentar a una “ley límite” de la naturaleza (Leff, 2008). Este autor también nos recuerda que la superficie de la Tierra no es de nuestra propiedad sino que pertenece al conjunto de ecosistemas que sirven a toda la vida y que regulan el clima y la composición de la Tierra.

Quizás resulte conveniente cerrar este escrito, aludiendo a la idea según la cual los seres humanos no podemos cultivar más de la mitad de la superficie terrestre del globo sin desestabilizar la capacidad de Gaia para que el planeta se mantenga en una condición adecuada para la vida (Love-lock, 2006).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARIAS RODRÍGUEZ, Rodrigo y OROZCO, Nacianceno (1999). *El papel del Estado y su política en el manejo sostenible de suelos y agua*. En: Müller-Sämman, K. M. y Restrepo, J. M., eds. Conservación de suelos y aguas en la zona andina. Hacia el desarrollo de un concepto integral. Cali: CIAT. pp. 21-25.

BRISSIO, Pedro Augusto (2005). *Evaluación preliminar del estado de contaminación en suelos de la provincia del Neuquén donde se efectúan actividades de explotación hidrocarburífera*. Tesis presentada para optar por el título de Licenciado en Saneamiento y Protección Ambiental. <http://www.tesis.bioetica.org/pab2-3.htm> Consultado 26 de noviembre de 2007.

BURBANO, Hernán (2009). *El suelo al servicio de la sociedad. Suelo, sociedad y educación*. En: Seminario Nacional El suelo importante recurso para la continuidad de nuestras generaciones. Bogotá DC: Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo.

BURBANO, Hernán (2009a). *Introducción*. En: UNIGARRO, Alberto; INSUASTY, Ruth Liliana y CHAVES, Germán. Manual de prácticas de laboratorio. Suelos generales. Pasto: Universidad de Nariño. 125 p.

BURBANO, Hernán y SILVA, Francisco (2010). *Prólogo*. En: Ciencia del suelo. Principios Básicos. Burbano, H. y Silva, F., eds. Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. Bogotá. pp. xii.

CASANOVA, Manuel (s.f.). *Recursos naturales renovables*. Santiago: Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas, Escuela de Pregrado de Ciclo Básico.

LAVELLE, Patrick; SPAIN, Alister. V. (2005). *Soil ecology*. 2nd. printing. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht. 654 p.

LEFF, Enrique (2008). *Discursos sustentables*. México: Siglo XXI Editores. 272 p.

LOLÓ, Manuel Antonio (2008). *El desarrollo sostenible y el nuevo pensamiento de la complejidad: un modo nuevo de pensar la sostenibilidad*. Revista Futuros No. 20, Vol. VI. <http://www.revistafuturos.info>

- LOVELOCK, James (2006). *La venganza de la tierra. La teoría de gaia y el futuro de la humanidad*. Trad. del inglés por Mar García Puig. Santiago: Planeta. 249 p.
- MORIN, Edgar (2009). *Por una política de la civilización*. Trad. del francés por Álvaro Miguel Malaina. Madrid: Paidós. 105 p.
- NOGUERA DE ECHEVERRI, Ana Patricia (2004). *El reencantamiento del mundo*. PNUMA-IDEA. Manizales: Universidad Nacional de Colombia. 206 p.
- PLA SENTÍS, Ildelfonso (2010). *Retos para el futuro de la ciencia del suelo frente al cambio global*. Suelos Ecuatoriales 39: 111-118.
- PRETTY, Jules y colaboradores (2010). *The top 100 questions of importance to the future of global agriculture*. International Journal of Agricultural Sustainability 8: 219-236.
- SANDOVAL ESTRADA, Marco; STOLPE LAU, Neal; ZAGAL VENEGAS, Erick; MARDONES FLORES, María y JUNOD MONTANO, Julio (2003). *El secuestro de carbono en la agricultura y su importancia con el calentamiento global*. Theoria Vol. 12 pp. 65-71.
- SEMARNAT (2008). *¿Y el medio ambiente? Problemas en México y el mundo*. Semarnat. México. <http://www.miambiente.com.mx/?tag=graciela-montiel-h> Consultado 25-09-09.
- SOLÉ, Ricard (2009). *Redes complejas. Del genoma a internet*. Barcelona: Tusquets Editores. 235 p.
- URQUIAGA, Segundo; JANTALIA, Claudia P.; LUZIO, Walter; ALVES, Bruno J. R.; BODDEY, Robert M. (2005). *El horizonte del suelo*. Revista de La Ciencia Del Suelo y Nutrición Vegetal 5: 46-60.
- USCÁTEGUI DE JIMÉNEZ, Mireya; BURBANO, Hernán; SABOGAL, Julián (2006). *Hacia un mundo nuevo. Bases teóricas para un currículo pertinente*. Pasto: Editorial Universidad de Nariño. 163 p.
- ZINCK, Alfred (2005). *Suelos, información y sociedad*. Gaceta ecológica (México) 76: 7-22.