

TENDENCIAS DE LA EDUCACION EN CIENCIAS DEL SUELO EN ECUADOR

Wilson Pozo Guerrero¹

¿Por que es importante el suelo como un recurso natural no renovable?

Para tener la real dimensión del valor del recurso natural suelo, debemos hacer la analogía que se produce del suelo y para que sirve. La producción de los suelos se traducen en alimentos y fibras industriales. En el caso de los alimentos estos no suplen las necesidades de los países en vías de desarrollo por la falta de alimento mueren 35.000 personas diariamente.

Las Naciones Unidas para contrarrestar este problema, promovieron la reunión de 189 países los mismos que suscribieron los objetivos del Milenio con la finalidad de reducir el hambre en un 50% hasta el 2015. Situación que no se va cumpliendo.

La forma de abolir el hambre es mediante la producción de alimentos y su justa distribución. Este eje de importancia significativa para todos los países, se traduce en la dimensión de indicador esto es **La educación en las ciencias del suelo**. De lo que podemos colegir que una excelente producción de alimentos esta en relación directa al conocimiento y aplicación que tenemos de los suelos.

Pedro Sánchez (2002) Manifiesta que existen personas como es el caso de Jeffrey Sach que piensa en forma diferente el está comprometido con el bienestar del planeta y se encuentra trabajando con un importante movimiento para poner la agricultura tropical y a la salud publica en sitio frontal para erradicar el hambre y la pobreza en conversación sostenida con el, le preguntó: ¿Por Que ustedes los científicos del suelo son tan callados en la escena mundial? Esta dificultad de percepción es lo que las personas que trabajan en reconocimiento público se denominan “falla de marca”. La forma de pensar es nuestra cultura de formación de científicos reduccionistas somos parte del problema. Sin embargo podemos pasar a ser parte de la solución realizando investigaciones que sean de uso directo de las personas que toman decisiones políticas y presenten esa información en una forma que se pueda utilizar inmediatamente.

El Suelo desde el tiempo de Aristóteles, fue reconocido como elemento importante para la humanidad en la trilogía aire, fuego y tierra (Hillel, 1991).

Hace 1300 años al inicio de la civilización nuestros ancestros de cazadores se trasformaron de recolectores de frutos a agricultores, cultivando los primeros granos en el suelo para uso de los animales domésticos (Diamon ,1977)

La Ciencia del suelo emerge hace 150 años aproximadamente y ha tenido un impacto muy significativo en la agricultura mundial con el uso de los fertilizantes minerales. La erosión o pérdida de suelo fue un factor determinante para que en los Estados Unidos en la década de 1930 se crea el Servicio de Conservación de los Recursos Naturales.

¹ Universidad de Guayaquil. Guayaquil – Ecuador. Avenida Kennedy y Delta. Correo electrónico: wpozo@espolnet.net

Por otra parte en la aplicación de la revolución verde, el manejo de los suelos fue el responsable del 50% de incremento del rendimiento Obtenidos palear el hambre mundial, lo que tuvo lugar en el década de 1960 a 1970 (Mokwunye y Hammond, 1992).

La pregunta es ¿Se ha avanzado o no en la ciencias del suelo en Ecuador?.

Los hechos lo demuestran que si, los inventarios del suelo han pasado ha ser herramientas cuantitativas que están basadas en sistemas geográficos. Los científicos de suelos tienen que tener la visión del ambiente. Lo que abre caminos para investigaciones en la calidad del suelo, reciclamiento biogeoquímico, contaminación de los suelos, sistemas de labranza, aplicaciones de rotación de cultivos y agroforestería.

El caso que los tomadores de decisiones y los planificadores (no existe el ente planificador en el País) no dan la importancia que tiene el suelo en la agricultura y la producción de alimentos.

LA SOCIEDAD DE LA CIENCIA DEL SUELO HAN TRABAJADO EN DIFUNDIR LA FORMA DE PROCEDER CON EL MANEJO DEL SUELO

En contrapartida en los países desarrollados toman al suelo con la importancia que este tiene. Las políticas nacionales de conservación de suelos y control de la contaminación esta muy bien diseñada en Europa, Estados Unidos y Australia.

Los gobiernos de los países tropicales aun cuando hablan de los suelos como una ventaja competitiva y sus bondades, ha en poco por implementar política que enfrenten los problemas existentes. El caso de excepción en Latinoamérica es Brasil que ha producido un cuerpo de políticas que han permitido hacer altamente productivos a los suelos Oxisoles del Cerrado que eran naturalmente infértiles (Alberson y Rowe, 1987).

La distribución de suelos a nivel de pequeños agricultores en el país por los problemas de las deudas impagas hace que no se reponga los nutrientes al suelo, mas la baja prioridad de parte del gobierno a la agricultura es la causa fundamental del agotamiento de los suelos de los pequeños agricultores.

Al momento existe severa degradación de los suelos en el 25% de las tierras agrícolas del mundo, sin embargo se colige que los retos son mayores en los trópicos por cuanto la degradación es mayor.

La investigaciones en suelos se ha ampliado de agronomía de producción (solución de problemas) o de la pedología (solución del origen de los suelos) a una investigación de carácter multifunción al que toma en cuenta la producción, el bienestar humano y las funciones del ecosistema (Izac, 1994)

PARADIGMAS EN LAS CIENCIAS DEL SUELO

El termino paradigma con términos íntimamente asociados, los sociólogos lo usan para denotar el conjunto de creencias, valores y procedimientos que comparten los miembros de una misma comunidad científica y los filósofos utilizan para indicar una o mas realizaciones científicas pasadas, reconocidas durante cierto tiempo como modelos y fundamento para la

práctica científica posterior, Así el paradigma define implícitamente, durante cierto tiempo, los problemas y métodos legítimos de un campo de la investigación para generaciones sucesivas de científicos. No obstante a medida que el conocimiento avanza el paradigma dominante no puede resolver y la crisis resultante de agotamiento de este paradigma, estimula la aparición de un nuevo paradigma. (Khun 1962).

Con este contexto podemos señalar que la ciencia del suelo comenzó a ser practicada en el siglo XIX por físicos, biólogos, químicos y geólogos interesados en las características. Sin embargo el inicio de esta ciencia puede ser ubicada en el siglo XVIII en los finales, con la aparición de los siguientes paradigmas:

- 1. El concepto de suelo como un medio de desarrollo de cultivos**
- 2. El concepto de suelo como un cuerpo natural organizado con una génesis definida.**
- 3. El suelo como soporte de obras de infraestructura y materiales de construcción.**
- 4. Desarrollo de nuevos paradigmas medido en término de: incremento de los cultivos y los problemas ambientales que generan.**

El modelo predominante es altamente dependiente de insumos, y ha sido socialmente cuestionado por su demanda de subsidios del estado y su impacto ambiental. Estos impactos unidos con los producidos por el desarrollo de la industria han generado problemas ambientales tales como:

Alteración de la capa de ozono.

Emisión de óxido nítrico y sulfuroso en la atmósfera.

Descenso del nivel de materia orgánica en suelos cultivados.

Erosión acelerada.

Incremento de los niveles de CO₂ en la atmósfera.

Aumento de temperatura terrestre por efecto invernadero.

Salinización de tierras irrigadas.

Desertificación.

Contaminación de suelos, cuerpos de aguas y cadenas tróficas por biocidas.

El suelo como parte del ecosistema global juega un papel fundamental en las posibles soluciones a los problemas ambientales que afectan a la humanidad.

El efecto invernadero que produce un aumento de la temperatura de la superficie de la tierra, es causado por la absorción de gases de la troposfera, y el rebote de la radiación de onda larga infrarroja que emite la superficie de la tierra y choca con los gases de la troposfera para luego volver a la tierra y ampliar su onda liberando calor. Los gases responsables de este efecto son principalmente el dióxido de carbono (CO₂) el metano (CH₄) y el óxido nítrico (N₂O). La materia orgánica del suelo constituye la reserva más grande de carbono en el ecosistema tierra (aproximadamente 75% de todo el carbono) y, obviamente, su interacción con la atmósfera regula el contenido de CO₂ de la misma. El metano es producto de la reducción química por microorganismos en ambiente anaeróbica; bajo condiciones aeróbicas el suelo transforma el metano por oxidación microbiana. El Óxido nítrico es un producto común del proceso de desnitrificación en el suelo, y es producido también en el proceso de nitrificación, el N₂O en la parte inferior de la atmósfera influye sobre el efecto invernadero, mientras

que en la estratosfera por oxidación fotoquímica es transformado en NO, que influye en la destrucción del ozono

Como podemos interpretar el suelo tiene un rol fundamental en la preservación de la calidad del medio ambiente. El mismo actúa de filtro de compuestos tóxicos por medio de procesos de absorción, precipitación química o descomposición biológica. Además el suelo actúa como regulador del ciclo hidrológico y de los ciclos de carbono y nitrógeno. Por esta razón, los problemas de preservación de la calidad del medio ambiente han captado la atención de los científicos del suelo, dando origen a dos nuevos paradigmas en esta ciencia los mismos que son: el suelo como un manto trasmisor de fluidos y un componente de del ecosistema.

5. El suelo como manto trasmisor de fluidos

Este modelo se origino a partir de los estudios de las propiedades del suelo que afectan los procesos de erosión y de suplencia de agua y oxígeno de los cultivos. Así, este modelo a concentrado la atención de investigadores de las propiedades físicas del suelo del suelo y su interacción con el clima que suministra energía y precipitación, y las plantas interceptan esta energía y consumen agua (Dumansky, 1994).

Este paradigma más reciente se ha constituido en el fundamento de los estudios de prevención de contaminación de aguas subterráneas por productos tóxicos de origen agrícola, industrial o municipal. Este estudio tiene gran importancia porque el contaminante que ingresa en el agua subterránea es prácticamente irreversible o puede remediarse a costes muy altos. Por este motivo los problemas de contaminación deben ser manejados, tratados o prevenidos mediante un manejo apropiado de la zona no saturada. La investigación corresponde a la zona vadosa a 2 m desde la superficie hasta el nivel freático. El segundo momento de investigación es prestar mucha atención a sustancias contaminantes de otros fluidos por ejemplo los hidrocarburos que su impacto es más critico en los suelos.

6. El suelo como componente del ecosistema

Este modelo es más holístico y dialéctico que los anteriores. Es el estudio del suelo como un componente esencial del ecosistema, que recibe, trasmite y responde a los aportes de otros componentes, enfatiza el estudio en regímenes y gradientes ambientales regionales, trayectoria de compuestos químicos a través del espacio y el tiempo, tasas de cambio en los procesos del ecosistema, ciclos de nutrientes, flujos de energía, niveles tróficos y procesos de transporte. Los procesos biológicos y bioquímicos, así como la acumulación de materiales orgánicos son las principales líneas de estudio (Dumansky, 1994).

Criterios de expertos en la Ciencia del Suelo, que trabajan como Investigadores o Directores en Áreas, en actividades afines a las Ciencias del Suelo: Nuevo Paradigma.

Para Mestanza, S. 2006. Las perspectivas, sin deslindarse el uso de las fuentes de los minerales existen fuentes complementarias. Siembra directa, que acumulen M.O. Para procesar Materia Orgánica, no existe la tecnología adecuada. Conservación de suelos, con

énfasis en la fertilidad. No se dio importancia a la parte biológica o Microbiología de suelos: Micorrizas, Rizobium, Rizobacter, Clostridium, Azolla. Estudio de otros microorganismos. Recuperación de los coloides orgánicos.

Es necesario hacer programa de recuperación de suelos. Por ejemplo el cultivo de ciclo corto de Babahoyo a Quevedo, se aprecia que existen malas prácticas de cultivo, con el uso indiscriminado del romplo, el suelo queda mullido en los 20 cm. Sin ninguna protección para la erosión.

Realizar cultivos asociados palma Africana, cacao intercalado con plátano, maracayá soya o maíz rotando y especies de frutales.

La preparación de abonos orgánicos tales como bokachi, lombricompost se lo realiza en forma artesanal en la mayor parte de los productores. Se debe privilegiar la tecnificación y la obtención de productos con varios usos ejemplo compost mas Pausteria penetrans que la están trabajando en INIAP-Boliche en asocio con un Productor de Insumos Orgánicos. Esto permitirá unir las potencialidades de las dos instituciones como puntos de venta; Marketing, Laboratorios, Tecnologías y la credibilidad del INIAP.

En relación a la Nutrición Vegetal, se debe trabajar más para darle la verdadera dimensión a la planta en la relación suelo-planta. Conocer exactamente cuanto extrae la raíz, la sumatoria total de la extracción es lo que hay que devolver al suelo.

Por otra parte la obtención de productos para descomponer la materia orgánica. Funcionan muy bien en climas fríos y templados, el funcionamiento óptimo no se lo ha conseguido en los trópicos lo que hace que la materia orgánica, no funciona bien y a tiempo lo que hace que no alcance el ciclo vegetativo del cultivo que se usa este procedimiento.

Los Fitoreguladores. En este aspecto se debe trabajar por cuanto no hay control de Hormonas, Auxinas, Fitoquininas, etc. Estas deben ser reguladas por el MAG y el SESA.

En el caso de Soya se debe trabajar en el fotoperíodo en la cual es sensible, mejorando la adaptación y las plantas.

Para Lainez, J. 2006. Se pregunto ¿Como se esta impartiendo la asignatura de suelos? Mucha teoría y poca práctica, se debe enseñar enfocando nuestros problemas que existen en forma real, lo que determina las necesidades y la experiencia.

Trabajar con los diseños de la Universidad de Carolina del Norte.

Que básicamente consideran la Evaluaciones y mejoramiento de la fertilidad del suelo.

Evaluación. 1. Análisis de suelos físico químico, plantas y raíces. Perfeccionando los métodos de análisis que determinan los nutrientes en el suelo.

Evaluación. 2. Determinando niveles críticos de análisis por clase de suelos del litoral ecuatoriano y de los análisis foliares de los cultivos más importantes como Banano, Café, Cacao, Palma Africana, Mango.

Evaluación 3. Capacidad de intercambio iónico y los porcentajes de saturación del sodio intercambiable por cationes, por antagonismo. Por ejemplo potasio.

Evaluación 4. Estudio de los suelos salinos y sódicos.

Observar las plantas, comportamiento, vigor y síntomas que presentan. Observación en los suelos donde las plantas tienen poco vigor tienen problemas de:

- Carácter Químico nutricional.
- Carácter Físico. Como la poca profundidad, sin estructura, sin drenaje.
- Exceso de agua. Idiosincrasia de los agricultores de regar en exceso, las raíces se asfixian.

Observación de Campo

- Para confirmar la observación se usa el análisis químico de suelos y plantas y raíces.

En la parte practica. El Plan de enseñanza o Pensum debe ser:

- Normas de Conservación de los Suelos.
- Fertilización por sitio específico: Estudio de suelos. Especificar la fertilización con los requerimientos de los diferentes sitios. Los requerimientos de fertilización tienen mucha relación con la textura. Colectar muestras y por afinidad de textura agruparlas en submuestras y hacer una muestra, esto nos determina un sitio específico.
- Aplicar fertilización, riego y conservación.

LA SOCIEDAD DE LA CIENCIA DEL SUELO HAN TRABAJADO EN DIFUNDIR LA FORMA DE PROCEDER CON EL MANEJO DEL SUELO

En cambio para Valdivieso, E 2006 Su planteamiento es visualizado a futuro falta de manejo sostenible del suelo, existe contaminación, pesticidas, coliformes, quemados, destrucción del suelo. Programas de fertiriego mal manejados. Los campos los destruyen y buscan nuevos lugares. Llegará el momento en que se necesitará preparar sustratos, soluciones nutritivas, sistemas de fertiriego, para cultivos en macetas en lugares protegidos contra insectos, plagas lluvia. Que nos permitirá cumplir con requisitos de calidad y trazabilidad.

Cultivando en campo abierto sobre suelos es importante la agricultura de precisión. También una agricultura conservacionista de los recursos.

Fortificar la investigación con estadística, la física de suelos, la química y conservación de los suelos. Trabajar en diseño de programas de transferencia de tecnología.

En cuanto a la preparación de profesionales eliminar los módulos de graduación y exigir la tesis en donde se forma al profesional en investigación y a su vez la especialización.

Con los módulos no se genera conocimiento por tanto no se transfiere nada.

También se debe unir en un modulo la parte social, la comercial y producción.

Otra línea de trabajo es los huertos familiares, utilizando mano de obra de gente discapacitada, prouariada, albergues y escuelas correccionales.

Revisar los planes de estudio, incrementar las prácticas de campo, para hacer interacción práctica teoría. Con el Departamento de investigación de la Facultad.

Según Tucunango W. 2006. En el campo existe la demanda por ser estudiada y es el caso de la fertilidad física, también hace falta conocimiento sobre bioestructura de los suelos. Un factor limitante en el suelo es la bioestructura.

- Se debe propender al mejor uso de los suelos y el agua, valorar el recurso, establecer los valores económicos y el mercado.
- Para los productores es vital mejorar la productividad para el empresario agrícola – Calidad de los cultivos PPC (Programa de Productividad Agrícola).
- Reciclar los materiales mejorar los niveles de material orgánico. Que se efectúe técnicamente.
- No viendo los síntomas de la planta por cuanto en este momento es tarde.
- Devolver a los suelos lo que requiere por ejemplo, zinc, boro, oxígeno, retención de humedad, microbiota del suelo, nichos de microclima y determinar la estructura del suelo para realizar su cambio.

Para Medina, K. 2006. El sistema educativo a nivel nacional de las Ciencias del Suelo esta desactualizado. Los Programas deben ser estructurados de la siguiente forma: a) Pedología es la Ciencia que trata el origen de los suelos, esto es la Génesis, comprende la clasificación de acuerdo a su procedencia, rocas minerales y sedimentarias. b) Edafología es la Ciencia que estudia los suelos formados, reconociendo los problemas que tienen los mismos y se los determina con análisis de laboratorio.

Otros aspectos que hay que considerar son los siguientes:

Análisis de nutrimentos que están en los suelos.

En el análisis foliar se determina las cantidades de nutrientes que absorben las plantas.

Característica Físico Químicas y Biológicas, Fisiología Vegetal y Nutrición Mineral.

Conservación de Suelos. Fertilidad y Fertilización.

Conocimientos en informática para estudio de suelos por sitio.

Formar modelos para en un segundo momento o curso

También se puede realizar modelos por sitios específicos.

Metodología de acuerdo al medio.

Fomentar la especialización en estas áreas a nivel nacional.

El Orden del Proceso Productivo, las asignaturas pueden tener el siguiente:

Pedología.

Edafología.

Fertilidad y Conservación de suelos.

Para Proaño, J. 2006. Los Programas de Pregrado están desfasados, la tecnología ha avanzado por lo cual hay que ajustarlos a las tecnologías que se están aplicando especialmente para cultivos intensivos como por ejemplo: hortalizas y frutales de exportación. Es por ello que la nutrición de los cultivos debe ir de la mano con la irrigación mediante fertirrigación.

En Edafología se debe hacer énfasis de la relación Suelo -Agua - Planta, indispensable soporte para el desarrollo de la Ciencia del suelo.

Se debe formar una nueva generación de Edafólogos. En lo que concierne a los Pensum debe retornar a las asignaturas que se impartían por ejemplo: Edafología – Pedología – Mapeo de Suelos, Fertilización de Suelos y Conservación de Suelos. Los contenidos deben tener profundidad.

Mite, F. 2006 manifiesta que es fundamental en los actuales momentos ingresar a la informática, incorporar en los diferentes estudios de suelos. Por ejemplo teniendo banda ancha en Internet es muy fácil ingresar a la Biblioteca del Congreso de los Estados Unidos y a otras bases de datos de información científica.

Esta herramienta algunas Universidades le están dando peso e importancia y están instalando servicio de Internet con banda ancha y campos inteligentes. La nueva metodología para impartir las Ciencias del Suelo es mediante la practica en campo, la educación teórica debe ser compartida en con la de campo, siendo la practica la que prevalece.

CONCLUSIONES

Los criterios que exponen los expertos los seleccionamos los que forman una estructuración que da secuencia a la educación de la Ciencia del Suelo, lo que nos permite concluir en:

- Que se estudie Pedología del suelo que trata del origen de los suelos, esto es la Génesis, comprende la Clasificación de acuerdo a su procedencia, rocas minerales y sedimentarias.
- Que se retome el estudio de la Edafología es la Ciencia que estudia los suelos formados, reconociendo los problemas que tienen los suelos se los determina con análisis de laboratorio.
- Formando en programas de Postgrado para la preparación de nuevos Edafólogos.
- Que al estudiar los nutrientes se considere el análisis de los nutrientes que están en los suelos. Como también el análisis foliar que determina las cantidades de nutrientes que absorben las plantas. Característica Físico Químicas y Biológicas, Fisiología Vegetal y Nutrición Mineral..Conservación de Suelos. Fertilidad y Fertilización.
- Que se evalúe en el campo la fertilidad física, también hace falta conocimiento sobre bioestructura de los suelos. Un factor limitante en el suelo es la bioestructura.
- Que se debe propender al mejor uso de los suelos y el agua, valorar el recurso, establecer los valores económicos y el mercado. Para los productores es vital mejorar la productividad para el empresario agrícola – Calidad de los cultivos PPC (Programa de Productividad Agrícola)
- Que como punto de partida sea la Evaluación. 1. Análisis de suelos físico químico, plantas y raíces. Perfeccionando los métodos de análisis que determinan los nutrientes en el suelo. Continuando con la Evaluación. 2 Determinando niveles críticos de análisis por clase de suelos del litoral ecuatoriano y de los análisis foliares de los cultivos más importantes como Banano, Café, Cacao, Palma Africana, Mango. Como también cultivos de clima templado y frío.
- Que debe estudiarse la Capacidad de intercambio iónico y los porcentajes de saturación del sodio intercambiable por cationes, por antagonismo. Por ejemplo potasio.

- Que se realice el Estudio de los suelos salinos y sódicos
- Observar las plantas, comportamiento, vigor y síntomas que presentan. Observación en los suelos donde las plantas tienen poco vigor tienen problemas de: Carácter Químico nutricional
- Que se apliquen las Normas de Conservación de los Suelos.
- Que la fertilización por sitio específico se la aplica para conocer los requerimientos de los diferentes sitios. Los requerimientos de fertilización tienen mucha relación con la textura. Colectar muestras y por afinidad de textura agruparlas en submuestras y hacer una muestra, esto nos determina un sitio específico.
- Aplicar fertilización, riego y conservación
- Que las perspectivas, sin deslindarse el uso de las fuentes de los minerales existen fuentes complementarias. Siembra directa, que acumulen M.O. Para procesar Materia Orgánica, no existe la tecnología adecuada. Conservación de suelos, con énfasis en la fertilidad. No se dio importancia a la parte biológica o Microbiología de suelos: Micorrizas, Rizobium, Rizobacter, Clostridium, Azolla. Estudio de otros microorganismos. Recuperación de los coloides orgánicos.
- Que se haga reciclar los materiales mejoran los niveles de material orgánico que se efectúe técnicamente.
- Que es fundamental en los actuales momentos ingresar a la informática, incorporar en los diferentes estudios de suelos
- Que las Universidades le están dando peso e importancia y están instalando servicio de Internet con banda ancha y campos inteligentes. En la parte práctica.
- Que en la preparación de profesionales agrícolas se elimine los módulos de graduación y exigir la tesis en donde se forma al profesional en investigación y a su vez la especialización. Con los módulos no se genera conocimiento por tanto no se transfiere nada.
- Que los incrementos de estas necesidades comprende hacer estudios globales que involucra a profesionales de las diferentes disciplinas de Clima, Agua, Fisiología Vegetal, Medio Ambiente, lo permite interactuar y formar nuevos grupos de trabajo para generar información clara y dinámica, no solo para la solución de los problemas de suelos. Esta información debe ser entregada a los tomadores de decisiones.
- Que los paradigmas en los que se que estamos trabajando son: incremento de los cultivos y los problemas ambientales que generan y el suelo como componente del ecosistema

BIBLIOGRAFIA

- Abelson, P.H. and I. Rowe. 1987. A new agricultural frontier. *Science* 235:1450-1451.
- Diamond, I. A., F.O. Nachtergaele and O.C. Spaargaren. 1998. World Reference Base for Soil Resources: Introducción, International Society of Soil Science Leuven, Belgium.
- Dumansky, J. 1994. Strategies and opportunities for soil survey information and research. In *Soil Survey: Perspectives and strategies for the 21st century*. Edited by Zink, A. ITC Publicación No 21, Enschede, The Netherlands, pp. 36-41.
- Consulta en <http://www.un.org/spanish/millnningoals/> Objetivos de Desarrollo del Milenio de la ONU.
- Hillel, D. 1991. *Out of earth: civilization and the life of the soil*. University of California Press, Berkeley.
- Izac, A.M. 1994. Ecological – Economic assessment of soil management practices for sustainable land use in tropical countries, pp 75-95.

- Mokwunve, A.U. and I. Hammond. 1992. Myths and science of fertilizer use in the tropics, pp. 121-134. In R. Lal and P.A. Sanchez (eds).
- Meztanza, S., Lainez, J., Valdivieso, E., Tucunango, W., Medina, K., Proaño, J. y Mite, F. 2006. Criterios de expertos en la Ciencia del Suelo, que trabajan como Investigadores o Directores en actividades de Áreas afines a las Ciencias del Suelo: Nuevo Paradigma. Entrevista personal con los expertos.
- Khun, T.S. 1991. La estructura de las revoluciones científicas. Fondo de Cultura Económica, México, 320p.
- Sánchez, P. 2002. La Ciencia del Suelos como un actor importante en el desarrollo del mundo. Resumen del 17^{avo} Congreso de la Unión Internacional de la Ciencia del Suelo. Bangkok, Tailandia.