



IDENTIFICACIÓN DE ESTRATEGIAS EMPLEADAS PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL USO EFICIENTE DEL SUELO.

Línea de investigación: Manejo integrado de cuencas hidrográficas

César Augusto Amaya Mantilla¹

¹Ingeniero Ambiental, Universidad Libre, cesaramaya2003@gmail.com

Recepción Artículo Diciembre 2016.

ISSN: 2590-6704

RESUMEN

La disminución de la aplicación de agroquímicos como una de las estrategias para que no llegue a afectar al suelo, es una prioridad donde el químico no debe ser aplicado a los cultivos para que no llegue a los productos que finalmente llegan al suelo, otra es la reforestación que ayuda a prevenir la escorrentía, a la protección de la capa superficial, a la acumulación de materia biodegradable que se convertirá en materia orgánica. Otra estrategia es lograr un contenido de materia orgánica que, por lo general, es más elevado en los suelos que se manejan orgánicamente, lo que indica no sólo una mayor fertilidad y estabilidad de los suelos orgánicos sino también una capacidad de retención de humedad más elevada, que reduce el riesgo de erosión y desertización. El material de menor costo es el más beneficioso para la protección del recurso, con el uso continuo se logran eficiencias de productividad, rentabilidad y economía, a diferencia de los más costosos que se ve la rentabilidad en el momento, pero cada vez es más la pérdida de nutrientes hasta el punto de esterilizar el terreno.

De acuerdo a los artículos estudiados, se logró determinar el aumento de Carbono Orgánico, aumento de la fertilidad, aumento de materia orgánica y disminución de temperatura, obtenido mediante los controles aplicados en las diferentes prácticas de mejoramiento de propiedades físicas y química del suelo.

Palabras clave

Agroecología, agroquímicos, biodiversidad, degradación, orgánica, propiedades, suelo.

ABSTRACT

The reduction of the application of agrochemicals as one of the strategies for not affecting the soil, is a priority where the chemical should not be applied to crops so that it does not reach the products that finally to the soil, another is the reforestation Which helps prevent runoff, the protection of the surface layer, the accumulation of biodegradable matter that will become organic matter. Achieve an organic matter content that is generally higher in organically managed soils, indicating not only greater fertility and stability of organic soils but also a higher moisture retention capacity, which reduces the risk of erosion and desertification. The lower cost material is the most beneficial for the protection of the resource, with the continuous use productivity, profitability and economy efficiencies are achieved, different from the most expensive ones, which profitability is seen at the moment, but increasingly it is the loss of nutrients to the point of sterilizing the soil. It was possible to determine the increase of Organic Carbon, Increase of Fertility, Increase of Organic Matter and Decrease of Temperature, obtained by the controls applied in the different practices of improvement of physical properties and chemical of the soil.

It was possible to determine the increase of Organic Carbon, Increase of Fertility, Increase of Organic Matter and Decrease of Temperature, obtained by the controls applied in the different practices of improvement of physical properties and chemical of the soil.

Keywords:

Agroecology, agrochemicals, biodiversity, degradation, organic, properties, soil.

1. INTRODUCCIÓN

Los suelos son indispensables y determinantes para la estructura y el funcionamiento de los ciclos del agua, del aire y de los nutrientes, así como para la biodiversidad. Esto en razón a que el suelo es parte esencial de los ciclos biogeoquímicos, en los cuales hay distribución, transporte, almacenamiento y transformación de materiales y energía necesarios para la vida en el planeta (van Miegrot y Johnsson, 2009; Martin, 1998).

El recurso suelo corresponde a la capa superior de la corteza terrestre, contiene agua y elementos nutritivos que todos los seres vivos utilizan para su subsistencia diaria, de donde se obtiene toda la producción de alimentos, la crianza de animales, la plantación de árboles, la obtención de agua y de algunos recursos minerales, entre otras cosas. Gracias a este recurso es que se apoyan y nutren las plantas en su crecimiento, para ofrecer infinidad de servicios ecosistémicos vitales para la supervivencia humana y las relaciones sociales, entre los cuales tenemos producción de comida, forrajes, fibras, madera, medicinas y generación de energía; protección ambiental y de la humanidad, control de contaminantes, regulación climática y de inundaciones.

El desarrollo económico de la sociedad está cada vez más relacionado con la competitividad de su sistema productivo para estar a la altura en el mercado mundial, incurriendo en la degradación de los suelos, la cual es una de las mayores preocupaciones en el análisis económico y político en la actualidad, el deterioro de los suelos es de gran importancia por su impacto sobre la sustentabilidad de la base económica de los países agroexportadores y la seguridad alimentaria mundial.

Aproximadamente en todo el mundo el uso agrícola de la tierra está causando graves pérdidas de suelo. Es muy probable, que los seres humanos no puedan alimentar una población creciente, si la pérdida de suelos fértiles por el uso agrícola continua de esa manera. Las causas del uso inadecuado de las tierras son múltiples. En muchos países en desarrollo el hambre obliga a la gente a cultivar tierras que no son aptas para agricultura o que sólo con esfuerzos muy grandes y costosos pueden ser convertidas en áreas para uso agrícola. Sin embargo, se presenta el otro extremo donde, los daños más graves, realizados a mayor escala, ocurren en las grandes extensiones de la agricultura mecanizada, perdiéndose muchas áreas de tierras fértiles por erosión. Hoy en día, los mismos errores causan todavía enormes pérdidas de suelo en todo el mundo.

En muchos casos se observa que, el valor de un bien o servicio ambiental no se refleja en los precios de mercado. Esta situación desmotiva a la persona que con tanto sacrificio cultiva sus productos y acondiciona sus parcelas sin ver un resultado a su favor de costo- beneficio,

al contrario, cada vez son más hectáreas de tierras agrícolas que se tornan improductivas debido a la erosión por tal motivo son menos las retribuciones económicas a su trabajo.

La erosión se transformó así en una amenaza directa para el agricultor, por eso se debe profundizar para definir si el recurso suelo no necesita la labranza para crear un desarrollo productivo sostenible o será que se debe limitar las intervenciones mecánicas en el suelo al máximo. Lo claro es que no se puede evitar algunas operaciones agrícolas, tales como la siembra, las operaciones de cultivo, la fertilización, el control de plagas y la cosecha. Inevitablemente, estas operaciones llevan a la compactación del suelo y algunos suelos podrán ser recuperados a corto, mediano y largo plazo mientras que otros no.

Mirando toda la pérdida y desaprovechamiento que se tiene del suelo, es necesario y casi obligatorio saber los verdaderos usos que se le deben destinar al recurso, saber contrarrestar la pérdida de la superficie del suelo y a la deformación del terreno por movimientos en masa (deslizamientos, arrastre de los suelos por escorrentía); en este proceso se remueven las capas fértiles del suelo reduciendo su productividad y en casos extremos llegando a desertificación.

Será que el control de la erosión hídrica es igual en zonas de ladera, cuando el suelo está desnudo (sin cobertura vegetal), donde las gotas de lluvia o el riego, ayudados por la fuerza gravitacional, pueden arrastrar las partículas de este formando zanjas o cárcavas, e incluso causando movimientos enormes de masa en los cuales se desplaza un gran volumen de suelo. O en zonas planas, donde igualmente puede ocurrir erosión, arrastrando el suelo, produciendo sedimentación en el propio lecho o en zonas aledañas.

El incremento de la población mundial va en crecimiento y el desarrollo sostenible se ha quedado corto para lograr la producción de alimentos para satisfacer la necesidad de alimento, por eso se debe preparar al potencial agrícola para que sepan aprovechar de una forma adecuada y eficaz la propiedad que puede ofrecer el suelo, así de esa manera contrarrestar la demanda de alimento que se está evidenciando.

Debe ser importante que la población tenga conocimiento de cuáles son los productos que se pueden cultivar en sus suelos, de acuerdo a las condiciones físicas, químicas y biológicas del terreno para que las plantas cultivadas en él, puedan desarrollarse adecuadamente, logrando estimular y conservando la vida en el suelo para próximas siembras y dándole un valor agregado de calidad a las tierras que se trabajan.

Además, los estudios recomiendan no dejar la superficie del suelo descubierto, dejar rastrojos o alguna capa de cobertura en la superficie para frenar tanto la energía, los viento y el agua. Para evitar mecánicamente, que las fuerzas del viento y del agua puedan mover el suelo.

Las propiedades del suelo se podrán ver afectadas por la aplicación de abonos que no requiere este, se pueden ver afectados por la forma en que hacen limpieza en los cultivos, un corte alto tendrá el mismo beneficio que una limpieza a ras de la corteza vegetal, de esta manera el suelo es cubierto por un largo tiempo y es protegido del sol y del impacto de las gotas de lluvia, también con la incorporación de los cultivos de cobertura y de los residuos de malezas desde la superficie del suelo hacia capas más profundas del suelo el cual es un proceso lento y que gracias a la actividad de los macroorganismos puede dar un valor agregado beneficioso que recurrir a quemas indiscriminadas que permiten que los suelos se degraden más rápido y permitiendo una escorrentía, donde termina llevándose el material con alto contenido de nutrientes a otras sitios, todo esto y muchas cosas más son las que deben saber quiénes hacen uso de los suelos para que vean reflejados el pago satisfactorio del esfuerzo de sus trabajos.

2. MARCO REFERENCIAL

El suelo es un recurso natural que corresponde a la capa superior de la corteza terrestre. Contiene agua y elementos nutritivos que los seres vivos utilizan. El suelo es vital, ya que el ser humano depende de él para la producción de alimentos, la crianza de animales, la plantación de árboles, la obtención de agua y de algunos recursos minerales, entre otras cosas. En él se apoyan y nutren las plantas en su crecimiento y condiciona, por lo tanto, todo el desarrollo del ecosistema. (Frers, 2009)

El objetivo de esta investigación fue evaluar las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos en cuatro sistemas de cultivo en condiciones montañosas típicas del agroecosistema, en una finca en conversión a producción ecológica en el Macizo Guamuhaya, Cuba, donde el suelo era ferroso rojo predominante Lixiviado. Se trabajó con un diseño completamente al azar de cuatro repeticiones y cuatro tratamientos consistentes en cultivos de sistemas de café, pino, varios cultivos (granos, tubérculos y hortalizas) y transición de vegetación a bosques naturales. Se valoraron las siguientes variables: Estructura del factor, agregados estables en agua, pH, fósforo, potasio, materia orgánica, mesofauna y macrofauna. El suelo dedicado al café mostró las mejores propiedades físicas sin diferencia con la transición al bosque natural; Aunque tenía bajos niveles de fósforo, potasio y materia orgánica, demostrando un nivel relativamente alto en los indicadores de biodiversidad de la macro y mesofauna, mientras que la de transición hacia el bosque natural manifestó las mejores propiedades. El suelo dedicado a los diferentes cultivos, mostro propiedades intermedias en relación con el resto, mientras que el pino, el más alto nivel de materia orgánica, pero con el deterioro de otras propiedades. (Hernández, González, Hernández, & Olivier, Abril 2014).

Además de la materia orgánica se puede decir que en el suelo es un componente clave en la reserva y ciclo del carbono. En condiciones naturales el carbono se incorpora al suelo a través del aporte continuo de material orgánico; sin embargo, existen prácticas de uso de la tierra que generan una disminución del carbono orgánico en el tiempo, a la vez hay prácticas de uso sostenible que favorecen su captura y acumulación. La determinación de fracciones lábiles de carbono orgánico del suelo, constituye una práctica frecuente para evaluar cambios en la calidad de la materia orgánica bajo distintos manejos. Se comparó el contenido de carbono lábil (COSL) en la capa 0-20 cm de un suelo Ferralítico Rojo Típico con el de un Ferrítico Rojo Oscuro Típico, sometidos a tres usos del suelo (sin explotación, cultivo diversificado y cultivo intensivo). La extracción del COSL se realizó por oxidación con permanganato de potasio a 0,02 mg L⁻¹ y las determinaciones se hicieron colorimétricamente. Se encontró que independientemente del uso, el contenido

de COSL fue superior en el suelo Ferralítico que en el Ferrítico y que para ambos suelos los contenidos disminuyeron en las áreas bajo cultivo intensivo con relación a las áreas sin explotación; además, en el sistema diversificado, donde se aplican principios de Manejo Sostenible de Tierras, este indicador tiende a recuperarse. Estos resultados sugieren la inclusión de la determinación del COSL, como indicador de alerta del efecto de los usos del suelo sobre su calidad. (Ciocco, Sandler, Falco, & Coviella, Enero 2014).

Además, las fracciones de materia orgánica del suelo (MOS) lábiles y humificadas pueden ser afectadas por las prácticas de uso y manejo; sin embargo, el impacto de estos cambios no se ha evaluado en suelos y ambientes tropicales. El estudio tuvo como objetivo evaluar los contenidos y algunas formas de carbono orgánico del suelo (COS) en cinco zonas de clima cálido tropical (0 - 1110 m.s.n.m.) del departamento del Magdalena (Colombia) y el efecto que sobre ellas han tenido las prácticas asociadas a suelos cultivados con café (*Coffea arabica*), banano (*Musa sp.*), palma africana (*Elaeis guineensis*) y sábila (*Aloe vera*), comparados con suelos de bosques naturales. No se encontraron diferencias ($P < 0.05$) tanto entre zonas como entre usos del suelo, se presentaron valores medios a bajos de MOS en las zonas de estudio y contenidos de carbono total (Ct) mayores en suelos de bosques que en suelos cultivados, así los suelos de bosques presentan una acumulación media de Ct de 42.4 mg/ha a 20 cm, frente a 33.8 mg/ha en los suelos cultivados, esto equivale a una pérdida media de Ct del 23% por efecto del manejo de los cultivos. En relación con el carbono extraíble con pirofosfato sódico altamente relacionado con las fracciones humificadas de la MOS (Cp) se observaron valores muy bajos en los suelos cultivados y casi nulos en suelos de bosques; sin embargo, estos últimos presentan mayor contenido de formas de carbono no-oxidables o estables (Cnox) determinado por diferencia entre Ct - carbono oxidable (Cox). En el suelo cultivado con banano, el Ct corresponde en su totalidad a formas de Cox; mientras que en el suelo cultivado con palma africana las formas estables Cnox representaron 83% del carbono total. (Polo & Flores, 2011).

Para contribuir a la preservación del recurso suelo en áreas agrícolas afectadas por la erosión que son dedicadas a

cultivos varios, se integraron medidas de conservación y mejoramiento en un suelo Pardo Grisáceo de la Finca Sarduy perteneciente a la cooperativa Tabloncito del municipio Cumanayagua, Cuba. La tecnología empleada integró labranza mínima, rotación de cultivos, barreras vivas y/o muertas, canales, terrazas, siembra en contornos, la adición de materiales orgánicos y biofertilizantes. La implementación del manejo conservacionista del suelo utilizado permitió un incremento del 10,6 al 20,2 % del rendimiento de las cosechas, además de la disminución en los procesos erosivos con una retención de suelo máxima de 13,33 t ha⁻¹, el mantenimiento de los contenidos del pH y el incremento de los contenidos de fósforo asimilable y material orgánica del suelo. (Rodríguez, Carrazana, Ríos, & González, 2015/07//jul/sep2015).

La adopción de sistemas de labranza reducida y la utilización de abonos verdes en las áreas de riego en México ha sido limitada, a pesar de los múltiples reportes existentes sobre los beneficios de realizar tales prácticas. En el estudio se presenta la evaluación del efecto de tres sistemas de labranza y la incorporación de frijol dolichos (*Lablab purpureus* L.) como abono verde en la recuperación de las variables de fertilidad del suelo. La materia orgánica (MO) en el suelo mostró una recuperación significativa después de la incorporación del abono verde, con un incremento de 0.21%. El suelo con tratamientos de abono verde incrementó su contenido de nutrientes y su fertilidad, mostrando incrementos de 0.11 mg P kg⁻¹, 0.01% de N y en 30.814 mg de K kg⁻¹. La incorporación de frijol dolichos como abono verde en dosis de 13 t de materia seca implica un aporte de 366 kg N ha⁻¹ al suelo. (Murillo Amador, 2016).

Con el fin de evaluar los efectos de la adición de materia orgánica (MO) sobre las propiedades físicas de los suelos, se realizó un estudio en condiciones de laboratorio en días suelos de Masquefa, en el Alt Penedés, provincia de Barcelona, España: un suelo de bosque de pino (p) y otro producto del corte y relleno del terreno (T). Estos suelos fueron sometidos a tratamientos de 50, 100, y 150 Mg/ha de MO durante un periodo de incubación de 270 días, manteniendo la humedad cercana a capacidad de campo. A los 90, 180, y 270 días de incubación, se recolectaron

muestras de dichos suelos en las que se determinaron, para cada condición, las respectivas curvas de retención de humedad. Los resultados del estudio demostraron que el suelo P respondió mejor a la enmienda empleada que el suelo T. En el caso del suelo P, con mayor contenido de MO, la retención de humedad fue mayor que en el suelo T. (Díaz, 2008).

También se empleó el estudio del efecto del vermicompost sobre algunas propiedades del suelo y la biomasa vegetal. En invernadero se mezcló vermicompost en proporciones de 0, 25, 50, 75 y 100% con un Andisol y un Ultisol en macetas de un litro y se sembró sorgo cuatro veces consecutivamente y por períodos de 45 días. Del 2003 al 2006, en un potrero sembrado con pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) en un Inceptisol, se ubicaron parcelas de 25 m² donde se aplicaron 0, 10 y 20 t/ha/año de vermicompost. Se realizaron análisis de suelo y mediciones de la biomasa vegetal. En las macetas, la aplicación de vermicompost incrementó el P, Ca, Mg, K y la CICE. Aunque el pH aumentó también se observó un incremento en la acidez intercambiable lo cual pudo deberse a los iones hidronio de la materia orgánica aplicada. La mayor acumulación de biomasa se alcanzó en la proporción de 50% de vermicompost mientras que proporciones mayores provocaron una disminución. Se encontró un efecto diferencial por el tipo de suelo. A nivel de campo, el vermicompost no afectó la biomasa del *C. nlemfuensis*. No hubo efecto del vermicompost sobre las propiedades del suelo, lo cual pudo deberse a las propiedades químicas originales del mismo. (Henríquez-Henríquez, Enero 2010).

De otro lado, se encontró que la evaluación y selección de indicadores de calidad de suelos en zonas representativas de la región central de Cuba. Se incluyeron suelos Alíticos y Ferralíticos (Acrisol, Lixisol) de Topes de Collantes, Cambisol eutrítico y Cambisol ócrico de los municipios de Santa Clara y Manicaragua respectivamente, los suelos, Ferralsol ródico de los municipios de Remedios, Sagua la Grande, Santo Domingo y Corralillo, suelos Hidromórficos de Sagua la Grande y Encrucijada. (Gleysol mólico, Gleysol vértico) La degradación de suelos es uno de los problemas más serios del impacto al medio ambiente, los cuales son evidentes en la Región en estudio. En la evaluación de la calidad de suelo se considera la integración de variables físicas, químicas y

biológicas. La base de datos analizada contiene estudios en condiciones experimentales de campo y producción, así como el monitoreo a largo plazo y su relación con el rendimiento de los cultivos; utilizando prácticas de manejo agroecológico. La metodología utilizada permitió la selección de indicadores de calidad, teniendo en cuenta tipo de Suelo y región edafoclimática. La evaluación de la calidad del Suelo se expresa a través de los indicadores de calidad y propone además las alternativas de medidas bajo las condiciones de estudio para que el mismo alcance su calidad. (Cairo, Martín, Hernández, Armas, & Urrutia, Octubre 2011).

Otro diseño experimental fue el de bloques al azar con cuatro réplicas, se estudió el efecto de aplicar 3 dosis de abono verde de tithonia 12 y 24 t/ha) en el establecimiento y la producción de biomasa del forraje *P. purpureum* vc. Cuba CT-169 y en algunos indicadores suelo ferrálico rojo en La Habana. En el primer corte de establecimiento no se encontró efecto de los tratamientos en la altura del plan; sin embargo, el número de plántulas/m² (2.4 -- 2.5), el número de hijos/planta (10.4 -- 10.6) y el rendimiento de MS/ha (16.2 -- 18.6 t incrementó significativamente con los tratamientos de abono verde, sin diferencias significativas entre las dos dosis aplicadas. En el segundo corte (efecto residual), efectuado tres meses después del primero (febrero 2009).

Las dosis de abono verde redujeron significativamente ($P < 0.01$) la densidad aparente del sur (1.01, 0.79 y 0.68 g/cm³ con las dosis de 0, 12 y 24 t/ha) e incrementaron los contenidos de MO (4.2%) y N-total (0.30%). Se recomienda el uso de *T. diversifolia* como abono verde para mejorar la fertilidad del suelo y aumentar la producción del forraje Cuba CT-169 e suelo ferrálico rojo. (Crespo & Álvarez, 2011)

Se evaluó en diferentes campos de productores distintas variables edáficas con la finalidad de caracterizar los suelos en función de su fertilidad química. Dicha información es una herramienta fundamental para la planificación de las rotaciones y la fertilización. (Ghisolfi, 2011).

Los cambios edáficos por el uso de la tierra no sólo surgen como consecuencia del sistema de implantación de

sino que también pueden influir la secuencia y rendimiento de las especies cultivadas. El objetivo del artículo estudiado fue determinar el efecto de diferentes secuencias de cultivos implantados bajo siembra directa, a través de algunos indicadores de calidad edáfica, en distintos suelos de la Región Pampeana con texturas y mineralogías contrastantes. Se trabajó en tres sitios ubicados en: Pergamino (provincia de Buenos Aires), Bengolea (provincia de Córdoba) y Viale (provincia de Entre Ríos). En cada sitio se compararon dos secuencias de cultivos bajo siembra directa: una con predominio del cultivo de soja (MP), mientras que en la otra hubo un mayor equilibrio entre gramíneas y leguminosas (BP). Se tomó como referencia en cada uno de los sitios una situación no disturbada (AN). Del suelo superficial se determinó la estabilidad estructural y otros parámetros físicos que surgen de la curva de retención hídrica, entre ellos el índice de calidad física (S). En la evaluación del suelo de Bengolea, la estabilidad estructural resultó un buen parámetro para distinguir MP de BP. Por su parte, el índice de calidad física S permitió diferenciar estas dos situaciones en el Vertisol de Viale. En el suelo de Pergamino no se pudieron observar diferencias significativas entre tratamientos, a partir de las propiedades estudiadas. De acuerdo a estos resultados, se puede inferir que el incremento en la proporción del cultivo de soja en la secuencia agrícola, tiene efectos perjudiciales sobre las propiedades físicas edáficas, los que se expresan en mayor o menor medida dependiendo del suelo considerado. (Castiglioni & Morras, Enero 2013).

Los invertebrados que habitan el suelo son actores importantes en los procesos edáficos. La fauna edáfica comprende a organismos con tamaños y estrategias adaptativas diferentes. Los de mayor tamaño, constituyen la macrofauna (ancho del cuerpo mayor a 2 mm), que se destaca porque directa o indirectamente afectan las propiedades del suelo. Las comunidades presentes son la consecuencia de las prácticas de manejo de suelo que se realizan, por lo que tienen gran potencial de uso como indicadores. El estudio del suelo tuvo como objetivo evaluar el efecto de diferentes sistemas de rotación cultivos-pasturas sobre las comunidades de la macrofauna del suelo. Los tratamientos evaluados fueron: agricultura continua sin (S1) y con fertilización (S2), rotación agricultura 33% - pradera 66% (S4), rotación agricultura 50% - pradera

50% (S5), y rotación agricultura 66% - pradera 33% (S7). El número de individuos varió de acuerdo a la intensidad de los usos del suelo evaluados. Los tratamientos S1 y S4 tuvieron respectivamente, las menores y mayores densidades poblacionales de la mayoría de los taxones. El análisis de Co-Inercia entre las propiedades edáficas y la densidad fue significativo. El primer eje ordenó los usos del suelo de acuerdo a su intensidad. Los taxones Oligochaeta y Coleoptera adultos estuvieron asociados a S4, sistema con mayor cantidad de carbono orgánico y nitrógeno total. La evaluación de la macrofauna del suelo conjuntamente con las propiedades del mismo, es una herramienta útil para evaluar la sustentabilidad ambiental de los distintos usos del suelo. (Zerbino, Diciembre 2 / 2010).

La búsqueda, el uso y la aplicación de los indicadores de la calidad del suelo se han intensificado en las últimas décadas, debido a la necesidad de preservar este recurso no renovable e indispensable para la vida humana, ante el deterioro creciente. La selección de los indicadores se ha dirigido, fundamentalmente, a conocer el efecto de los usos aplicados y el curso de la rehabilitación de los suelos degradados o contaminados. Los grupos que integran la mesofauna edáfica son sensibles a las perturbaciones naturales y antrópicas del medio, las que provocan cambios en su composición específica y su abundancia, y ocasionan la pérdida de especies y de su diversidad, con la consiguiente disminución de la estabilidad y la fertilidad del suelo. Por ello la mesofauna edáfica es considerada como un buen indicador biológico de su estado de conservación. El número, la densidad y el balance de sus grupos permiten predecir y evaluar las transformaciones ocasionadas por la aplicación de diferentes métodos de producción agrícola en condiciones edafoclimáticas específicas, así como considerar integralmente el funcionamiento del ecosistema. (Socarrás, Enero 2013).

Los cambios de las prácticas de manejo y usos del suelo alteran el aporte de carbono, así como la dinámica y nivel de equilibrio del carbono orgánico (CO) del suelo. Los cambios a largo plazo en el C O total (COT) producidos por las prácticas de manejo o usos del suelo podrían predecirse con los cambios en el corto plazo en las fracciones de CO más sensibles. El objetivo del trabajo realizado por los autores del artículo estudiado, fue evaluar el impacto

de diferentes sistemas de manejo sobre las fracciones de CO. Se analizaron seis sistemas de manejo: 2 monocultivos (M), 2 rotaciones (R), una pastura (P) y un pastizal natural (AN). En cada situación se tomaron tres muestras compuestas de 0-5, 5-10 y 10-20 cm. Se determinó: COT, CO particulado grueso (COPg, 105-2000 μm), CO particulado fino (COPf, 53-105 μm), CO asociado a la fracción mineral (COM, 0-53 μm), nitrógeno total (Nt), fósforo extractable (Pe) y fósforo to-tal (Pt). Se evidenció una disminución del COT por el uso agrícola, en promedio, del 29, 19 y 15% para 0-5, 5-10 y 10-20 cm, respectivamente, comparado con el AN. Dichas diferencias tendieron a ser más marcadas en el caso de monocultivo con una disminución del 35, 23 y 17% para dichas profundidades. El uso agrícola presentó significativamente niveles menores de las diferentes fracciones orgánicas y la sensibilidad a sufrir disminuciones presentó el siguiente orden $\text{COPg} > \text{COPf} > \text{COM}$. El ordenamiento de las diferencias entre tratamientos para COPg fue similar al observado para COT, pero con diferencias menos marcadas entre tratamientos. Para diferenciar prácticas de manejo (rotación vs monocultivo), el COPf fue la fracción orgánica más sensible presentando una disminución del 28% en monocultivo. Las fracciones orgánicas de labilidad intermedia, como el COPf, pueden utilizarse como indicadores sensibles para diferenciar manejos agrícolas, sin ser muy influenciadas por la variabilidad temporal y meteorológica. (Duval, Pereira, & Galantini, Junio 2014).

El estudio hecho por Quintana, presenta estimaciones de carbono secuestrado por *Ceroxylon peruvianum* "pona", formulación de ecuaciones alométricas y selección de la mayor correlación estimada a partir de variables como el diámetro a la altura del pecho (DBH) y la altura del tallo. En la estimación de carbono se utilizaron 15 ponas, distribuidos en la cuenca media del río Utcubamba, en un rango de altitud de 1500 a 2300 m.a.s.l. Se utilizó el método directo, cortando el eje en trozos de 1 a 2 m y obteniendo muestras de 5 cm de espesor. Estas muestras y las de ramas y hojas se secaron a 75 ° C hasta peso constante. Se recogieron muestras de suelo en el radio de cada planta en 3 niveles de profundidad para el análisis del secuestro de carbono. Para estimar la cantidad de biomasa seca y carbono en *Ceroxylon peruvianum*, en bosques naturales y mixtos y en sistemas de producción en la cuenca media

del río Utcubamba, se determinó la siguiente ecuación potencial: Biomasa seca = 0.0080 * DAP 2.8449 * La ecuación tenía el alto índice de correlación (r^2) de 0.966. (Quintana, Enero 2012).

La experimentación con biología y control de malezas abarca distintos tipos de ensayos, tanto a campo como en invernadero o laboratorio. En el artículo estudiado se describen los elementos más importantes a tener en cuenta en el diseño de experimentos y análisis de datos en malezas. Se describen los principales métodos utilizados: paramétricos: análisis de la variancia y regresión y no paramétricos. Se detallan metodologías para realizar ensayos de control de malezas, para determinar la concentración de un herbicida en el suelo o en un tejido vegetal, para el estudio demográfico y de competencia en malezas. (Leguizamón, 2015).

También la conservación de los ecosistemas agrícolas o agroecosistemas reviste una gran importancia para la seguridad alimentaria del planeta, por cuanto ellos contienen los elementos necesarios (suelo, agua y biodiversidad) que son consustanciales a la producción agropecuaria. Aunque la agricultura es una forma necesaria en el uso de las tierras que se encuentra en oposición a los ecosistemas, debido a que las decisiones sobre las prácticas de manejo y uso del suelo influyen en los procesos ecológicos y en las interacciones suelo-agua-plantas, estas decisiones deben tener en cuenta que la calidad de vida de las personas y su bienestar dependen en última instancia del bienestar del ecosistema. Este artículo hace un llamado a la reflexión sobre la responsabilidad que tienen los decisores en cuanto al uso de la tierra para garantizar la seguridad alimentaria de forma sostenible. (Campos, Octubre 2008).

Otro estudio hecho, expone método asumido en una investigación desarrollada para identificar el Síndrome de Cambio Global con mayores posibilidades en un territorio de la provincia de Camagüey para ser empleado como Indicador Sistémico de la Gestión de la Sostenibilidad Ambiental del Suelo; basándose en la extensión de su presencia; Degradación del suelo, Cambio climático, Pérdida de biodiversidad, Deforestación, Escasez de agua, Sobreexplotación y contaminación del océano y Desarrollo

global de disparidades, lo que hizo necesario utilizar e integrar herramientas que permitieran enfrentar este problema multicriterio. Las herramientas seleccionadas fueron; Metodología del Concepto de Síndrome de Cambio Global, Análisis de Expertos según el Método de Intervalos Sucesivos o Método de Green y Análisis Jerárquico AHP, integrándose con la combinación de éstas, el cual consintió optimizar más apropiado entre los más afines a la gestión agrícola a pesar de su comportamiento complejo. Lo que constituye un aporte a la Metodología del Síndrome de Cambio Global que posibilita obtener resultados con menos incertidumbre, todo lo cual ha constituido una innovación a la metodología.

(Rodríguez & López, 2014/10//oct/nov2014).

En el artículo analizado se evalúa la efectividad de técnicas sostenibles de conservación para un mejor manejo de los suelos. Se construyeron 11 terrazas continuas, 16 tranques, y barreras vivas para conservar el suelo. Se trabajó sobre un diseño de parcelas divididas, evaluando el suelo acumulado en las terrazas, tranques y barreras vivas, se beneficiaron 2,5 hectáreas lográndose retener volúmenes de suelos de 7,0 m³ en barreras vivas, 2,2 m³ en los tranques y 5,3 m³ en las terrazas; para el beneficio de la comunidad cooperativa se obtuvo una producción adicional entre las terrazas y los tranques utilizados de 110 qq. de ñame y plátanos frutas y 150 qq. de malanga, lográndose una ganancia de 2 676,69 pesos. Se elevó la cultura agraria de sus cooperativistas basado en soluciones teórico-prácticas desarrolladas por un grupo de especialistas, investigadores del Centro de Desarrollo de la Montaña y estudiantes de quinto año de la carrera de Agronomía. (P, I., & V., Abril 2007).

Los páramos son ecosistemas importantes por su función natural como reguladores hídricos donde sus suelos juegan un papel fundamental. Sin embargo, son sistemas frágiles que pueden sufrir degradación con cambios en el uso del suelo. Este estudio se realizó con el fin de evaluar cambios en las propiedades físicas de un suelo de páramo relacionadas con su capacidad de almacenamiento de agua cuando se someten a diferentes usos. El trabajo se llevó a cabo en el área del Parque Natural Nacional del Sumapaz (Cundinamarca-Colombia), donde se seleccionó un tipo de suelos bajo diferentes usos (cultivos de papa,

ganadería, suelo en descanso con vegetación de barbecho y suelos con vegetación nativa, como tratamiento testigo); se realizaron tres calicatas por cada uso, se tomaron muestras de los cuatro lados de la calicata por horizonte y se evaluaron propiedades del suelo como retención de humedad, densidad aparente, porosidad total, distribución de la porosidad y contenido de carbono orgánico. Se encontró que la capacidad de almacenamiento de humedad del suelo se percibió disminuida para todos los usos hasta en un 60%; la densidad aparente aumentó hasta un 16% y la porosidad total disminuyó hasta en un 23% de los suelos con diferente uso al ser comparados con el suelo del tratamiento testigo. El cultivo de papa y los lotes en descanso presentaron los menores valores de porcentaje de carbono orgánico, porosidad, retención de humedad, a capacidad de campo y punto de marchitez permanente; y altos valores de densidad aparente en comparación con el suelo con vegetación nativa. El cambio del uso del suelo disminuyó la capacidad de retención de agua, afectando la función ambiental de los páramos como reguladores hídricos. (Torres & Triana, 2014).

Las dosis de fertilización y sitio específicos para el cultivo de caña de azúcar en el área de abastecimiento del Ingenio "Presidente Benito Juárez" (Ipbj) no habían sido precisados; sin embargo, el alto costo de los fertilizantes químicos y la necesidad de reducir la contaminación del ambiente obligan a optimizar su uso. A fin de precisar dosis de fertilización adecuadas para dicha área, este trabajo emplea la metodología del "Sistema Integrado para Recomendar Dosis de Fertilizantes", tomando en cuenta las características de los suelos y el rendimiento potencial. Como parte de este estudio, se identificaron las subunidades de suelo mediante interpretación de fotografías aéreas, reconocimientos de campo y muestreos (-1.20 m) en el área de influencia del Ipbj (92,973 ha). En cada unidad se describieron perfiles agrológicos y se hicieron análisis físico-químicos para clasificar los suelos, según el Referencial Mundial de Suelos (wrb). Los resultados generaron cinco polígonos de Thiessen, con precipitaciones anuales entre 1,640 a 2,227 mm. Se determinó una dosis de fertilización npk para cada subunidad de suelo, usando el modelo conceptual de balance entre demanda del nutrimento, el suministro y la

eficiencia del fertilizante aplicado. Las dosis de fertilización ajustadas son (N, P₂O₅, K₂O kg/ha): 120-60-60 para los suelos Cambisoles flúvicos, endogléricos y estágnicos; 120-70-80 para Cambisoles y Gleysoles; 160-80-80 para Vertisoles glérico-estágnicos; 120-80-80 para Vertisoles estágnico-éutricos. (S., D., & M., Septiembre 2011)

Y la investigación mediante el uso del cesio 137, la redistribución del suelo y cuantificar la erosión en áreas protegidas de la provincia, donde las pérdidas de suelo y el arrastre de sedimentos son las principales causas del deterioro de estos ecosistemas con las consiguientes pérdidas económicas y ambientales. Los resultados obtenidos se interpolaron, empleando el método kriging mediante el software gvSIG, obteniendo un mapa de la distribución del suelo en las parcelas estudiadas, y garantizando una mejor visibilidad al respecto. El método se puede aplicar en otros lugares donde sea necesario conocer la magnitud de los problemas de erosión y la redistribución del suelo en el paisaje, lo cual puede ser muy útil para trazar los planes de reordenamiento de los usos del suelo. (González, diciembre 2011).

Y por último se discuten los problemas derivados de la intensificación del conflicto de los usos del suelo en base a las tres amenazas que pueden comprometer la calidad y seguridad alimentaria. Este último trabajo sometido a revisión, se centra en analizar: A) la importancia de la conservación del suelo como protector de los recursos hídricos y las consecuencias de la mala ordenación de usos del suelo sobre la calidad del agua y los alimentos, B) el problema del empleo del suelo como receptor final de residuos orgánicos y la compatibilidad con su uso agrícola, C) finalmente se abordará el problema de la competencia del uso del suelo para la producción de energía, destacando el conflicto entre la producción de biocombustibles y alimentos. (Pérez-Rodríguez, Blas, Soto, & López-Periago, Diciembre 2011).

3. METODOLOGÍA

El trabajo de monografía es un tipo de estudio exploratorio debido a que trata de las experiencias, describiendo lo que era y representa una búsqueda crítica de la verdad que sustenta los acontecimientos pasados. El investigador dependió de fuentes de información secundarias (base de datos de la Universidad Libre) a las que debió verificar la autenticidad del documento y determinar el significado y validez de los datos que contiene la referencia que se considera autentica.

Las etapas de desarrollo del informe fueron el estudio del estado del arte acorde a la identificación de estrategias utilizadas para optimizar el uso eficiente del suelo, con esto el autor busca defender las mejores formas de aprovechar el recurso suelo. La selección de variables de interés que permitieran determinar (las actividades desarrolladas en el suelo, los tratamientos empleado para reducir el daño y aumentar las ganancias, los costos del empleo de estos tratamientos y los beneficios obtenidos con dichas prácticas) que pueden generarse sobre el suelo en estudio.

Una vez compilada toda la información (28 articulo- libros) los cuales fueron trabajados en el programa de Zotero, se elaboró la base de datos que permitió hacer el análisis de máximos y mínimos a partir de tablas dinámicas. El autor a partir de esto infiere la relación causa- efecto que podría identificar la actividad económica que en mayor porcentaje se desarrolla sobre el suelo, el tratamiento que a éste le están aplicando, los resultados y el costo subjetivo que podría generar.

La información objeto de análisis fue representada en gráficas mediante la información de variables cualitativas a numéricas.

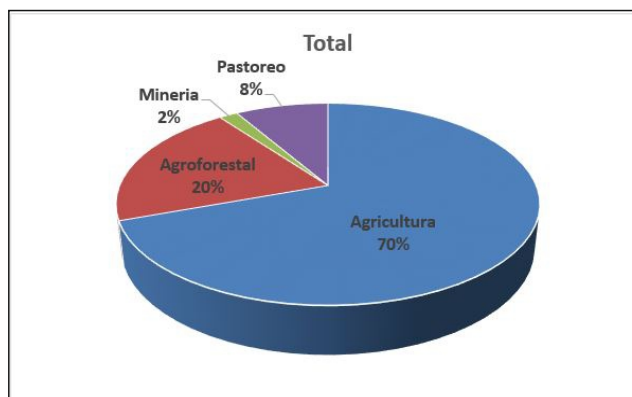
4. RESULTADOS

A continuación se describen los datos obtenidos del procesamiento de la información tratada.

Tabla 1. Según Actividad

Etiquetas de fila	Cuenta de ID
Agricultura	41
Agroforestal	12
Minería	1
Pastoreo	5
Total General	59

Figura 1. Según Actividad



Con base en lo establecido por los autores citados en el estado del arte. El suelo está siendo explotado en un 70% en actividades agrícolas, lo anterior es probable a la necesidad de producir enormes volúmenes de alimento para la población del mundo. Bien es cierto que existe un aumento en el crecimiento poblacional y el alimento es uno de los elementos esenciales para desarrollar de ciclo de vida de las personas.

Por otro lado, el hecho de que exista una demanda constante de alimentos hace que cultivarlo, distribuirlos y venderlos sea una actividad comercial atractiva para los empresarios. Las anteriores razones son las que de alguna manera han determinado que se dispongan enormes extensiones de suelo para la producción agrícola.

El menor porcentaje de ocupación del suelo lo tiene la minería (2%). La existencia de actividades mineras depende de la presencia de minerales sobre la superficie de la tierra.

Realizar esta actividad no depende de la demanda que pueda ejercer la población sobre los minerales, sino de la formación que se haya dado en la tierra durante miles de años.

Por tal motivo, no se evidencian altos porcentajes de uso del suelo para actividades mineras. De hecho, existe fuerte control legal sobre los permisos para explotación debido al gran impacto negativo que se genera sobre el medio ambiente y sus recursos naturales.

Las razones por las que los arvenses son poco utilizados en técnicas de recuperación del suelo son la baja eficiencia de aporte nutritivo al suelo, rápida reproducción (hace que se convierta en un problema para los cultivos por la acumulación de cobertura vegetal en la zona) y competencia por luz solar para procesos de fotosíntesis.

Tabla 2. Aplicación Tratamiento

Etiquetas de fila	Cuenta de ID
Agricultura	41
Arvenses	5
Agroquímicos	7
Técnicas de Contención	6
Total General	59

Tabla 3. Beneficios

Etiquetas de fila	Cuenta de ID
Biodiversidad	10
Eutrofización del suelo	6
Remoción de material geológico	17
Mejoramiento de propiedades físicas y química del suelo	26
Total General	59

Figura 2. Aplicación Tratamiento

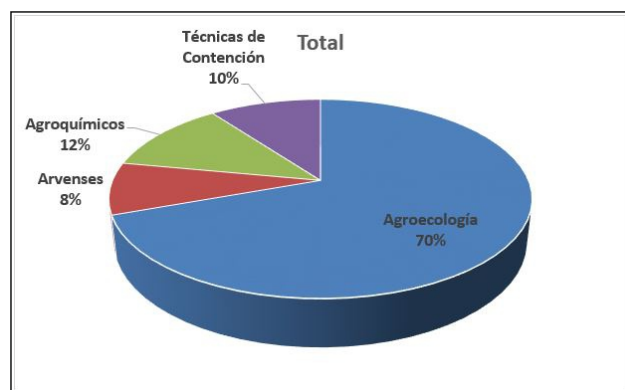
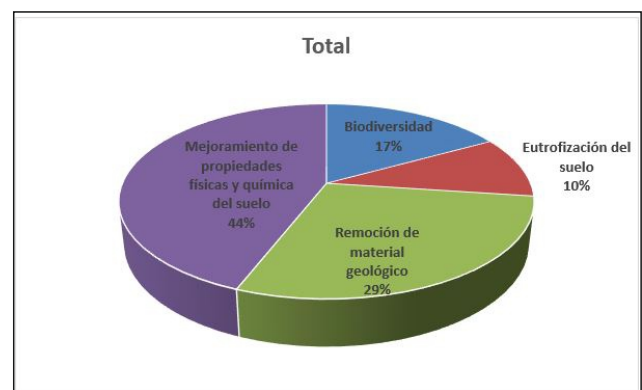


Figura 3. Beneficios



El manejo agroecológico del suelo es una visión integral de la producción, donde se emplean prácticas de protección y mejoramiento con la finalidad de mantener o mejorar la fertilidad del suelo y evitar su deterioro. El estudio realizado determina que el 70% de tratamiento son de tipo agroecológicos; es decir, el mayor porcentaje de tratamientos aplicados están buscando eliminar la agricultura de altos insumos y sustituirla por estrategias que imiten los procesos ecológicos naturales.

La aplicación de tratamientos al suelo permitió mejorar en un 44% las propiedades físicas y químicas del mismo.

El tratamiento con Arvenses es aplicado en un 8%. Un bajo porcentaje de la población hace uso de esta técnica para devolver los nutrientes al suelo. Una de las pocas ventajas de este tratamiento es la reducción de temperatura en el suelo y disminución de erosionabilidad por escorrentía superficial.

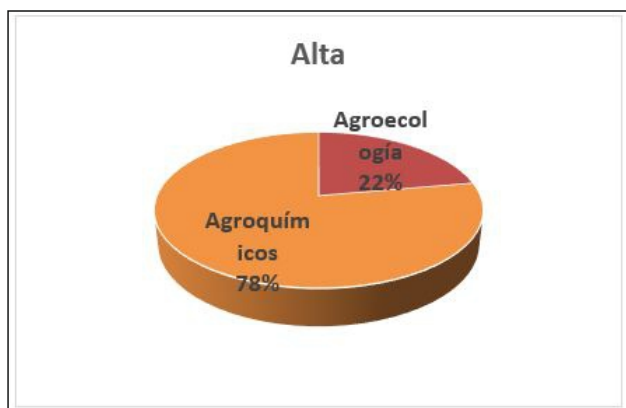
Este porcentaje de mejoramiento se vio reflejado en el aumento de la fertilidad y materia orgánica del suelo, niveles de carbono orgánico y disminución de temperatura.

El tratamiento de eutrofización con un 10% fue el que menor aporte de nutrientes generó en el suelo. Se evidenció aumento de fósforo, hierro, potasio y nitrógeno, sin embargo, sus concentraciones resultaron ser bajas.

Tabla 4. Costos vs Tratamiento

Cuenta de ID	Etiquetas de columna		
Etiquetas de fila	Alta	Baja	Total General
Agroecología	2	39	41
Arvenses		5	5
Agroquímicos	7		7
Técnicas de Contención		6	6
Total General	9	50	59

Figura 4. Alto Costo de los Tratamientos



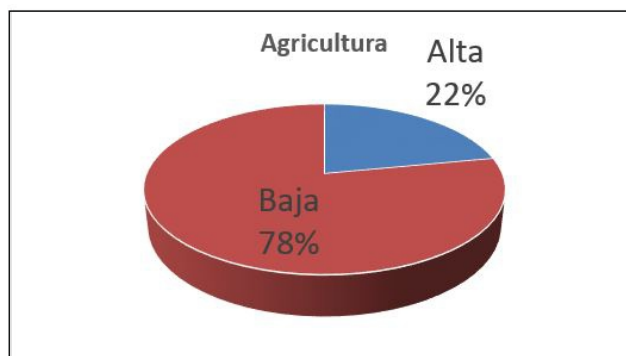
Según los autores la utilización de Agroquímicos con un 78% en los tratamientos del suelo es un costo muy alto. Debido a la necesidad de obtener un alto rendimiento de cosechas se emplean diferentes tipos de químicos (Adición de Urea, Plaguicidas y Glifosato, en otros), lo único que logran es la degradación o disminución de la capacidad actual y potencial de producción del suelo, esa es una de las razones de expansión de tierras en busca de nuevos suelos nuevos y ricos, para nuevamente repetir la historia destrucción del recurso suelo.

Las técnicas de agroecología muestran un 22% de costo, los autores dan a conocer el grado de importancia que tiene recuperar la degradación del suelo y permitirían, en el mediano plazo, mantener y aun mejorar los niveles de productividad económica y ecológica habituales de estos sistemas. De otra parte, el conocimiento que se le debe dar al agricultor hace parte esencial del avance agroecológico pero ese proceso es lento.

Tabla 5. Costo vs Actividad

Cuenta de ID	Etiquetas de columna				
Etiquetas de fila	Agricultura	Agroforestal	Minería	Pastoreo	Total General
Alta	9				9
Baja	32	12	1	5	50
Total General	41	12	1	5	59

Figura 5. Costo Tratamiento Agricultura



Los autores muestran un alto porcentaje 78% en la forma como la agricultura de una manera baja puede contribuir de la recuperación del suelo. Para evitar la pérdida de suelo hay que adoptar técnicas como la reducción y minimización de labores (de arado y labranza), la rotación de cultivos (implica un cambio en los tipos de raíz de los cultivos), el uso racional de fertilizantes químicos, la utilización de los restos vegetales de las cosechas como medio natural de protección y fertilización de los suelos, consiguiendo aumentar sus niveles de materia orgánica, mejorando su estructura de los mismos y manteniendo la productividad de los cultivos.

Existe un porcentaje bajo del 22%, en la forma costosa de los tratamientos para recuperación del suelo, al emplear sustancias contaminantes (herbicidas, plaguicidas, glifosato, entre otros) que son de un alto costo, en busca de explotar la producción, lo que consiguen es deteriorar la superficie terrestre, siempre que se requiera restaurar obligatoriamente se ocasionara incremento.

5. CONCLUSIONES

Los suelos con mayor concentración de capa orgánica poseen un mayor uso, la agricultura es la actividad más relevante y cada día busca expandirse, debido al inadecuado empleo de este recurso hace que los suelos pierdan sus propiedades físicas, químicas, nutrientes entre otros, los cuales son importantes para la estructura del suelo. Las actividades que se llevan a cabo se pueden desarrollar de una mejor manera y el costo para implementarlas no es muy alto, radica más en la concientización de uso del suelo, de la forma de cultivar, de cuidar la capa orgánica y de esta forma lograr recuperar las inversiones.

Los tratamientos que se le dan a los diferentes usos del recurso muestran que el manejo agroecológico del suelo es el más adecuado, donde se emplean prácticas de protección y mejoramiento con la finalidad de mantener o mejorar la fertilidad del suelo y evitar su deterioro. Buscando eliminar la agricultura de altos insumos y sustituirla por estrategias que imiten los procesos ecológicos naturales.

Como resultado de las buenas prácticas realizadas se evidencia una mejora de las propiedades físicas y químicas del recurso, ayudando al aumento de la fertilidad y materia orgánica del suelo, niveles de carbono orgánico y disminución de temperatura. Todo apuntando al gran trabajo que se realiza por los encargados de labrar el suelo en busca de un sustento y una actividad económica rentable.

Solo me queda decir que el recurso suelo es un tesoro invaluable, del cual se extrae el porcentaje más alto de alimento del ser humano, desarrollando actividades de control de erosión, ayudando al incremento de materia orgánica, a reforestar, a cuidar los terrenos ya colonizados para no seguir avanzando en busca de tierras vírgenes para explotarlas. Toda radica en la conciencia que debemos tener todos para con un recurso que nos ha brindado maravillas.

Todo lo anterior permite dilucidar la importancia que tiene el impartir el conocimiento mediante los estudios presentados para ayudar con un granito al cuidado, aprovechamiento y embellecimiento de nuestro recurso

6. BIBLIOGRAFÍA

- Cairo Cairo, P., Díaz Martin, B., Reyes Hernández, A., Machado de Armas, J., Colas Sánchez, A., Rodríguez Urrutia, A., ... Yera Yera, Y. (2011). Algunas experiencias sobre la evaluación y selección de indicadores de calidad de los suelos de la región central de Cuba. (Spanish). Some experiences on the evaluation and selection of quality indicators of soil in the central region of Cuba. (English), 38(4), 51–54.
- Castiglioni, M. G., Behrends Kraemer, F., & Morras, H. J. M. (2013). Efecto de la secuencia de cultivos bajo siembra directa sobre la calidad de algunos suelos de la región pampeana. (spanish). Effects of crop sequences under no-tillage on the quality of some soils of the pampa region. (English), 31(1), 93–105.
- Center for History and New Media. (s/f). Guía rápida. Recuperado a partir de http://zotero.org/support/quick_start_guide
- Chirinos, I., & Díaz, J. (2008). Variación de la capacidad de retención de humedad de dos suelos como respuesta al uso de diferentes dosis de material orgánico compostado. *Ciencia* 16(1), 111-121, 2008. Recuperado a partir de <http://site.ebrary.com/lib/alltitles/docDetail.action?docID=10664673>
- Crespo, G., Ruiz, T. E., & Álvarez, J. (2011). Efecto del abono verde de *Tithonia* (*T. diversifolia*) en el establecimiento y producción de forraje de *P. purpureum* vc. Cuba CT-169 y en algunas propiedades del suelo. (Spanish). *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 45(1), 79–82.
- Di Ciocco, C. A., Sandler, R. V., Beatriz Falco, L., & Coviella, C. E. (2014). Actividad microbológica de un suelo sometido a distintos usos y su relación con variables físico- químicas. *Microbiological activity of a soil under different uses and its relation with physico-chemical variables.*, 46(1), 73–85.
- Durán-Umaña, L., & Henríquez-Henríquez, C. (2010). El Vermicompost: Su Efecto En Algunas Propiedades Del Suelo Y La Respuesta En Planta. *Effect of vermicompost in some soil properties and plant response.*, 21(1), 85–93.
- Duval, M. E., De Sa Pereira, E., Iglesias, J. O., & Galantini, J. A. (2014). Efecto De Uso Y Manejo Del Suelo Sobre Las Fracciones De Carbono Orgánico En Un Argiudol. *EFFECT OF SOIL MANAGEMENT PRACTICES ON ORGANIC CARBON FRACTIONS IN AN ARGUUDOLL.*, 32(1), 105–115.
- Febles, J. M., Vega, M. B., & Febles Pérez, G. (2009). Indicadores agroambientales de sostenibilidad para caracterizar la erosión de los suelos en regiones cársicas de uso ganadero. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* 42(4):423-429, 2008. Recuperado a partir de <http://site.ebrary.com/lib/alltitles/docDetail.action?docID=10345084>
- Fernández, O., & Leguizamón, E. (2015). Malezas e invasoras de la Argentina. Tomo I: ecología y manejo. Buenos Aires, AR: EdiUNS. Recuperado a partir de <http://site.ebrary.com/lib/alltitles/docDetail.action?docID=11138295>
- Ghisolfi, E. (2011). Contenidos de materia orgánica: relación con la fertilidad del suelo en siembra directa. Buenos Aires, AR: Eduvim - Editorial Universitaria Villa María. Recuperado a partir de <http://site.ebrary.com/lib/alltitles/docDetail.action?docID=10552588>
- Ginebra Aguilar, M., Rodríguez Alfaro, M., Calero Martin, B., de León, D. P., & Font Vila, L. (2015). Carbono Lábil Como Un Indicador De Cambios En Dos Suelos Bajo Diferentes Usos. *The labile Carbon as indicator of changes in two soils under different uses.*, 36(3), 64–70.

- González Hernández, E. N., Castellanos González, L., Reyes Hernández, A., Prado, R. de M., & Olivier, A. (2014). Propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo de cuatro sistemas de cultivos de una finca del Macizo Guamuhaya. *Physical, chemical and biological properties of the soil of four crops systems in a farm at Guamuhaya Mountains.*, 41(2), 45–51.
- Guarat P., R. F., I., Á. B., Breff, F., & Suárez V., G. M. (2007). Técnicas sostenibles para el manejo y conservación del suelo en un ecosistema cafetalero. (Spanish). *Sustainable techniques for the soil conservation and management in coffee ecosystem.* (English), 34(2), 63–68.
- Hernández, M. (2009). El uso de los árboles como mejoradores de los suelos y de la productividad de las gramíneas forrajeras. *Pastos y Forrajes*, Vol. 4, No. 1, 1998. Recuperado a partir de <http://site.ebrary.com/lib/alltitles/docDetail.action?docID=10311839>
- Hernández Rodríguez, C. E., Bernal Carrazana, Y., Ríos, C., Muñoz Medina, P., & González, O. (2015). Evaluación de manejo conservacionista en suelo Pardo Grisáceo. (Spanish). *Evaluation of conservation-oriented management on grayish brown soil.* (English), 42(3), 25–33.
- Laureda, D. A., Botta, G. F., Becerra, A. T., & Rosatto, H. G. (2016). Compactación del suelo inducida por la maquinaria en campos de polo en Argentina. (Spanish). *Soil compaction induced by machinery at polo fields in Argentina.* (English), 48(1), 79–99.
- Machado, H., & Campos, M. (2008). Reflexiones acerca de los ecosistemas agrícolas y la necesidad de su conservación. (Spanish). *Pastos y Forrajes*, 31(4), 307–320.
- Maicelo Quintana, J. L. (2012). Indicadores de sustentabilidad en función del suelo y retención de carbono en la biomasa de *Ceroxylon peruvianum* galeano, sanín & mejía en la cuenca media del río utcubamba, amazonas, Perú. (spanish). *sustainability indicators in soil function and carbon sequestration in the biomass of Ceroxylon peruvianum galeano, sanin & mejía from the middle utcubamba river basin, amazonas, peru.* (English), 11(1), 33–38.
- Murillo Amador, Bernardo, Rueda Puente, Edgar Ornar, and García Hernández, José Luis. *Agricultura orgánica. Temas de actualidad.* México, D.F., MX: Plaza y Valdés, S.A. de C.V., 2010. ProQuest ebrary. Web. 27 July 2016. Copyright © 2010. Plaza y Valdés, S.A. de C.V.. All rights reserved.
- Pérez-Rodríguez, P., de Blas, E., Soto, B., Pontevedra-Pombal, X., & López-Periago, J. e. (2011). El conflicto de uso del suelo y la calidad de los alimentos The soil use conflict and food quality. *CyTA: Journal of Food*, 9(4), 342–350. <http://doi.org/10.1080/19476337.2011.615944>
- Reyes Ramírez, D., & Ferrer Ramírez, O. L. (2009). Los suelos tropicales en Cuba: intento y logro de su preservación. Recuperado a partir de <http://site.ebrary.com/lib/alltitles/docDetail.action?docID=10316556>
- Rosa, D. de la. (2008). *Evaluación agro-ecológica de suelos: para un desarrollo rural sostenible.* Madrid, ES: Mundi-Prensa. Recuperado a partir de <http://site.ebrary.com/lib/alltitles/docDetail.action?docID=10268723>
- S., S.-G., D., P.-L., J., Z.-C., M., L.-E. L. C.-E., F., O.-G. C. J.-L. J., O., R.-R., ... S., C.-S. (2011). Un programa de fertilización sustentable para el Ingenio “Presidente Benito Juárez” en Tabasco, México. *A Program of Sustainable Fertilization for the Sugar Factory “Benito Juarez” in Tabasco, Mexico.*, 15(3), 45–65.

Sibello Hernández, R. Y., & Febles González, J. M. (2011). Estudio de la erosión de los suelos en áreas protegidas de Cienfuegos, utilizando el cesio 137 como radiotrazador. SOIL EROSION STUDIES IN PROTECTED AREAS OF CIENFUEGOS, USING CESIUM 137 AS RADIOTRACER., (50), 31–35.

Socarrás, A. (2013). Mesofauna edáfica: indicador biológico de la calidad del suelo. (Spanish). Soil mesofauna: biological indicator of soil quality. (English), 36(1), 5–13.

Torres, M. C. D., Flórez, F. H., & Triana, F. A. (2014). Efecto del Uso del Suelo en la Capacidad de Almacenamiento Hidrico en el Paramo de Sumapaz - Colombia / Effect of Land Use on Water Holding Capacity in the Sumapaz Paramo- Colombia. Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín, 67(1), 7189–7200.

Vásquez Polo, J. R., Vázquez, F. M., & Menjivar Flores, J. C. (2011). Formas de carbono orgánico en suelos con diferentes usos en el departamento del Magdalena (Colombia). Acta Agronómica, 60(4), 369–379.

Veitia Rodríguez, E. R., Montalván Estrada, A., & Martínez López, Y. (2014). Elección de Indicadores Sistémicos para la Sostenibilidad Ambiental del Suelo. (Spanish). Systemic Election Indicators for Environmental Sustainability Land. (English), 23(4), 43–50.

Zerbino, M. S. (2010). Evaluación De La Macrofauna Del Suelo En Rotaciones Cultivos-Pasturas Con Laboreo Convencional. Evaluation of soil macrofauna in crop-pasture rotations with conventional tillage., 26, 189–202.