

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL SUELO BAJO DIFERENTES SISTEMAS AGRÍCOLAS EN LA PENÍNSULA DE PARAGUANÁ MEDIANTE EL USO DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDAD

Ing. Betsy Muñoz¹, Ing. José Pastor Mogollón¹, Ing. Wilder Rivas¹, Ing. Orlando González Paneque², Ing. Luís Gustavo González Gómez²

1. Universidad Nacional Experimental “Francisco de Miranda”, Estado Falcón, Venezuela.
2. Universidad de Granma, Provincia de Granma, Cuba

betsycmr@gmail.com, betsym@correo.unefm.edu.ve

Recibido: 20/11/2016

Aprobado: 02/12/2016

RESUMEN

Se evaluó la calidad del suelo en diferentes sistemas agrícolas de la Península de Paraguaná utilizando indicadores de sustentabilidad, como base para el diseño de una estrategia de manejo agroecológico. La evaluación se hizo en tres sistemas: melón con riego por goteo, maíz asociado a tempero y sábila a tempero, considerando como valor ideal el de suelos no intervenidos. Los indicadores evaluados fueron: densidad aparente (Da), profundidad (Prof), pedregosidad, pH, conductividad eléctrica (CE), porcentaje de sodio intercambiable (PSI), carbono orgánico (COS), respiración basal (RB) y carbono de la biomasa microbiana (C-BM). Los resultados demuestran que los sistemas evaluados no son sustentables, porque han deteriorado la calidad del suelo. El sistema menos sustentable fue melón, solo el pH estuvo dentro de valores ideales; el más sustentable fue maíz, donde PSI y RB fueron los más alejados del valor ideal. El sistema sábila, presentó valores menos deseables de pH conjuntamente con deterioro de las propiedades biológicas, afectando la calidad. Así mismo, la pérdida de

profundidad y el incremento de pedregosidad en los sistemas evaluados, evidencian procesos de erosión.

Palabras clave: Uso de la Tierra, Zonas Secas; Recuperación de Suelos.

EVALUATION OF THE QUALITY OF AGRICULTURAL SYSTEMS IN PARAGUANÁ THROUGH SUSTAINABILITY INDICATORS

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate soil quality in different agricultural systems of the Paraguaná Peninsula using sustainability indicators as a basis for the design of agro-ecological management strategy. The assessment was made in three systems: *Cucumis melo* L. with drip irrigation, *Zea mays* associated with other crops and seasonal rains; and *Aloe vera* under zero tillage and without irrigation, considering as an ideal value, the soil not intervened under natural vegetation. The indicators evaluated were: bulk density (Bd), depth, stoniness, pH, electrical conductivity (EC), exchangeable sodium percentage (ESP), soil organic carbon (SOC), basal respiration (BR) and microbial biomass carbon (MBC). The results show that the evaluated systems are not sustainable, because they have deteriorated soil quality. The less sustainable system was *C. melo*, only the pH was within ideal values; *Z. mays* was the most sustainable where ESP and BR were the furthest from the ideal value. The *A. vera* system presented less desirable pH values together with impaired biological properties, affecting the soil quality. Likewise, the loss of depth and stoniness increase in the assessed systems show erosion processes.

Keywords: Land use; Arid Zones; Soil Recovery.

Introducción

El suelo, como recurso natural utilizado por el hombre en agricultura, se encuentra amenazado por varios tipos de degradación (Chaterlán *et al*, 2005), tales como: la erosión causada por el viento o el agua, el deterioro de las propiedades físicas, químicas y biológicas, y la pérdida duradera de vegetación natural (Ruíz y Febles, 2004), lo cual implica un deterioro de su calidad. En este sentido, Altieri *et al* (1999) afirman que un suelo de buena calidad, es aquel del que se pueden obtener cultivos sanos y de alto rendimiento, con un mínimo de impactos negativos sobre el medio ambiente.

El mantenimiento de la calidad del suelo es importante, ya que determina en buena medida la sustentabilidad de los sistemas agrícolas que sobre este se establecen, pues el suelo es el componente central del agroecosistema, del cual depende la productividad de plantas y animales, la calidad de las aguas, así como los productos y la salud de la sociedad en su conjunto (Astier *et al*, 2002).

Por ello, se hace necesaria la búsqueda de sistemas de producción agrícola más sustentables basados en los principios agroecológicos, que permitan la producción y abastecimiento de alimentos a la población actual, y que a su vez garanticen a las poblaciones futuras disponer de este importante recurso para satisfacer sus necesidades alimenticias, y en general, para el disfrute de la vida que sobre él se desarrolla.

Lo anterior, es especialmente importante en las tierras secas, las cuales representan zonas de alta fragilidad desde el punto de vista ambiental ya que de acuerdo a Gabathuler *et al* (2009) reaccionan de una manera particularmente sensible a la perturbación de los ciclos de agua y de biomasa, además, los autores afirman que los servicios de regulación y de apoyo están seriamente afectados por la gestión inapropiada del suelo y de la cobertura vegetal. Entre las tierras secas, de acuerdo a Hori *et al* (2011), se incluyen la áreas áridas, semiáridas y secas subhúmedas, que a

pesar de su fragilidad representan un gran potencial de desarrollo dentro de la gestión sostenible, pues soportan casi un tercio de la población mundial.

En este contexto, se propone realizar la evaluación de la calidad del suelo bajo diferentes sistemas agrícolas en la Península de Paraguaná ubicada en el semiárido falconiano. Es importante destacar, que Mogollón *et al* (2015a) delimitaron en dicha zona áreas ambientalmente sensibles a la desertificación, encontrando que aproximadamente un 50,14% de la superficie se encuentra en condiciones frágiles, es decir, son áreas que ante cualquier cambio por efectos naturales o antrópicos, sobre todo bajo sistemas de manejo no adecuados, pueden dar lugar a la desertificación de tierras.

Es por ello, que se considera relevante, evaluar la calidad de los suelos en los sistemas establecidos, mediante el uso de indicadores, como base para el diseño de una estrategia de manejo agroecológico, debido a que se considera que el suelo es uno de los factores más importantes a considerar para el diseño y aplicación de prácticas agrícolas sustentables.

Materiales y Métodos

Área de estudio. La Península de Paraguaná, se ubica en el extremo norte central del estado Falcón, constituye la parte más septentrional de la tierra firme venezolana en el Mar Caribe, abarca aproximadamente unos 2.684 Km² de superficie y se encuentra unida al resto del estado Falcón por una estrecha faja de dunas y salinas denominada Istmo de Los Médanos, de unos 33 Km de longitud por unos 5 Km de anchura y altitud media de alrededor de 6 msnm (POTEF, 2004).

Desde el punto de vista climático, de acuerdo a la clasificación de Holdridge (1967), el área de estudio pertenece a una de las regiones más secas del país, correspondiendo con la zona de vida denominada Monte Espinoso Tropical (me-T), que se distribuye desde el nivel del mar, hasta unos 200 msnm., y donde la evaporación (3000 mm/año) supera permanentemente los valores de precipitación (300 mm/año) durante todo el año.

En cuanto a los suelos, de acuerdo a COPLANARH (1975) predominan los órdenes Entisoles y Aridisoles, los cuales se caracterizan por su escaso desarrollo. Los suelos en estudio corresponden específicamente a parcelas agrícolas ubicadas en los Municipios Falcón y Carirubana, bajo diferentes sistemas agrícolas: melón bajo riego por goteo, maíz asociado a tempero y sábila a tempero. De acuerdo a Rivas y Mogollón (2015), estas áreas se caracterizan por una moderada calidad climática, que se traduce en una moderada fragilidad a sufrir procesos de desertificación. De acuerdo a los autores, dichos niveles de fragilidad están fuertemente influenciados por las condiciones de aridez reinantes, caracterizadas por bajas precipitaciones y altas tasas de evapotranspiración que limitan la disponibilidad del recurso hídrico y por tanto, la capacidad productiva de las tierras.

Obtención de los datos. Para la evaluación de indicadores de sustentabilidad de los suelos se utilizaron datos correspondientes al Proyecto Estratégico de Investigación financiado por el Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología (FONACIT) denominado: “Delimitación de Áreas Vulnerables a la Desertificación en la Península de Paraguaná como Base para la Planificación de la Gestión Ambiental” código 2011000316, y de los siguientes trabajos de investigación que forman parte de dicho proyecto: Evaluación de la Salinidad como indicador del proceso de desertificación en suelos bajo diferentes sistemas agrícolas de la tierra en la Península de Paraguaná Estado Falcón (Piña, 2015) y Uso de la tierra y su efecto en las reservas de carbono en los suelos agrícolas de la Península de Paraguaná, Venezuela (Maseda, 2013).

Evaluación de la calidad de los suelos. Se realizó mediante indicadores de sustentabilidad, los cuales fueron sometidos a una comparación retrospectiva (Sarandón, 2002), a fin de determinar cuál sistema agrícola es más sustentable. Para ello, se realizó la comparación de los suelos bajo diferentes sistemas agrícolas, con suelos no intervenidos, bajo vegetación natural.

Los pasos para la evaluación, se definieron integrando las metodologías de Altieri y Nichols (2002), Masera *et al* (2008) y Sarandón *et al* (2014), considerando los siguientes aspectos: conceptualización de agricultura sustentable mediante un análisis

documental; caracterización de los sistemas de la tierra, que implicó la descripción de los sistemas evaluados utilizando registros de campo; selección de atributos relacionados con la calidad del suelo y escogencia de criterios de diagnóstico; selección y ponderación de los indicadores, identificación de las propiedades de suelo, que se consideró pueden servir de indicadores de la calidad del suelo bajo los sistemas específicos de producción en las condiciones edafoclimáticas del área en estudio. La ponderación se hizo estandarizando los valores en una escala del 1 al 4 de acuerdo a lo propuesto por Sarandón y Flores (2009), donde 1 representó el valor menos deseable y 4 el valor ideal, el cual corresponde a los suelos de referencia. También se realizó la identificación de puntos críticos que atentan o comprometen la calidad del suelo, y en consecuencia la sustentabilidad, mediante el análisis de los indicadores en base a una gráfica radial; y por último, la definición de alternativas o técnicas sustentables a considerar en la elaboración de una estrategia de manejo agroecológica.

Resultados

Agricultura sustentable. Para esta investigación, se asume lo propuesto por Socorro *et al* (1999), quienes afirman que la sostenibilidad en la agricultura, esencialmente significa el equilibrio armónico entre el desarrollo agrario y los componentes del agroecosistema. Este equilibrio se basa en un adecuado uso de los recursos localmente disponibles, que garanticen un rendimiento sostenido.

No obstante, para lograr una mejor interpretación del significado de agricultura sustentable, es necesario interpretar lo esencial de los recursos que intervienen en el proceso de producción agrícola. Entre estos recursos, cuya consideración es indispensable para la evaluación de la sustentabilidad, se encuentra el suelo, el cual de acuerdo a Astier *et al* (2002), es un componente central del agroecosistema del que depende la productividad de plantas y animales, la calidad de las aguas, así como los productos y la salud de la sociedad en su conjunto. En este sentido, Restrepo *et al* (2002), sostienen que el uso sustentable del recurso suelo tiene una importancia fundamental para el mejoramiento de la calidad de vida de los agricultores, sin

embargo, en la mayoría de los países tropicales, el mal manejo de los suelos y de los sistemas de cultivo ha resultado en una acentuada pérdida de su fertilidad, estructura y materia orgánica; así como en erosión y contaminación.

Evaluación de la sustentabilidad. Se hizo en los sistemas agrícolas descritos en la Tabla 1. Para la investigación se define como dimensión de análisis, la dimensión ecológica, la cual de acuerdo a Bautista-Cruz *et al* (2004), implica las características fundamentales para la supervivencia que deben mantener los ecosistemas a través del tiempo en cuanto a componentes e interacciones. Sarandón y Flores (2009) afirman que “un sistema será sustentable (ecológicamente) si conserva o mejora la base de los recursos intra y extraprediales”.

Tabla 1: Descripción de los sistemas agrícolas

Cultivo	Manejo
Melón	Riego por goteo Mecanización del suelo (4 a 6 pases de rastra y arado profundo) Aplicación de fertilizantes químicos: Fórmula completa (NPK), superfosfato triple y urea Monocultivo Uso intensivo de biocidas, principalmente para el control de mosca blanca.
Maíz	Siembra a tempero Mecanización del suelo: tres pases de rastra Aplicación de fertilizantes químicos: urea Cultivos asociados: auyama, frijol, yuca

	Sin aplicación de biocidas
Sábila	Siembra a tempero Mínima labranza Sin fertilización Monocultivo Sin aplicación de biocidas Producción de acíbar

Para esta investigación se considera específicamente el recurso suelo, por tanto, es el suelo mediante el análisis de sus propiedades, la categoría de análisis. Así mismo, se asume como atributo la estabilidad y resiliencia, y como criterio de diagnóstico la conservación del suelo. Para su valoración, se seleccionaron entre los indicadores físicos, químicos y biológicos propuestos por Larson y Pierce (1991); Doran y Parkin (1994); Seybold *et al.* (1997), los presentados en la Tabla 2.

Tabla 2. Indicadores seleccionados

Propiedad	Indicador	Unidades
Física	Densidad Aparente (Da)	Mg/m ³
	Profundidad (Prof)	cm
	Pedregosidad	%
Química	Reacción del Suelo (pH)	-
	Conductividad Eléctrica (CE)	dS/m
	Porcentaje de Sodio Intercambiable (PSI)	%

	Carbono Orgánico del Suelo (COS)	%
Propiedades biológicas	Carbono de la biomasa microbiana (C-BM)	µg C/g
	Respiración Edáfica (RB)	µg C-CO ₂ /g*dia

En la Tabla 3 se presentan los valores ideales para cada indicador en los suelos bajo condiciones naturales, así como los valores de campo obtenidos en los sistemas evaluados.

Tabla 3. Valores ideales y valores de campo obtenidos para los indicadores de calidad del suelo, en los tres sistemas agrícolas evaluados en la Península de Paraguaná.

Indicador	Valor ideal	Melón	Maíz	Sábila
Da (mg/m ³)	1,53	1,57	1,46	1,53
Prof (cm)	25	24,4	22,7	23,0
Pedregosidad (%)	1	1,63	2,38	3,5
Ph	7,50	7,40	7,04	7,74
CE (dS/m)	0,47	1,34	0,84	2,42
PSI	11,5	25,6	20,9	14,5
COS (%)	0,87	0,40	0,65	0,34
C-BM (µg C/g)	688,46	144,94	144,94	124,10
RB (µg C-CO ₂ /g*dia)	29,78	13,09	10,11	15,11

Fuente: Maseda (2013) Piña (2015) y Mogollón *et al* (2015a).

Los resultados de la ponderación y estandarización de los datos se presentan en la Figura 1, de acuerdo a esta es posible afirmar que en los tres sistemas evaluados la calidad del suelo está muy lejos del ideal de sustentabilidad, situación que se ve mucho más acentuada en los suelos bajo sistema melón, en el cual se han deteriorado las propiedades físicas, químicas y biológicas, manteniéndose estas últimas solo a nivel de pH. Por otra parte, en los suelos bajo sábila, sólo la densidad aparente no se ve comprometida, mientras que el maíz podría considerarse como el sistema más sustentable y con mejor calidad del suelo, ya que en dos propiedades (pH y Da) alcanza los valores ideales, y en tres (CE, Prof y COS) presenta valores medios.

Es importante destacar, el deterioro evidente de la calidad biológica del suelo, en función de los valores menos deseables existentes para los tres sistemas. En este sentido, se hace necesaria la aplicación de prácticas de manejo orientadas a mitigar o revertir esta situación, a fin de incrementar la calidad del recurso suelo, y en consecuencia la sustentabilidad de los sistemas de manejo.

Discusión

El uso de indicadores de sustentabilidad para evaluar la calidad del suelo, permitió detectar que los sistemas establecidos en la Península de Paraguaná no son sustentables, pues han producido el deterioro de las propiedades de este importante recurso. En este sentido, se considera que en los suelos bajo sistema melón la disminución de la calidad ha sido mayor, lo cual se evidencia en el hecho de que sólo el pH alcanzó el ideal de sustentabilidad. En el maíz, se mantuvieron la Da y el pH, pero el PSI, así como las propiedades biológicas, disminuyeron su calidad de forma considerable. Por otra parte, el cultivo de sábila también ha generado una importante degradación de las propiedades químicas y biológicas de los suelos, atentando sobre la salud y la calidad del suelo.

Lo anterior, puede estar asociado a la alta vulnerabilidad de estos suelos descrita por Mogollón *et al* (2015a), asociada al inadecuado manejo de los recursos. En este

sentido, es necesario considerar el uso intensivo de labranza en la preparación del suelo en el cultivo de melón, que puede estar afectando de forma negativa la densidad aparente de los suelos, lo cual conduce a una disminución en la porosidad, y por consiguiente, a problemas con el movimiento del agua y la aireación, los cual hace manifiesta la necesidad de orientar prácticas agroecológicas tendientes a minimizar el laboreo de los suelos, tal como lo proponen Socorro *et al* (1999). El incremento de la Da, también puede estar asociado a la pérdida de COS, pues en estos suelos este elemento se redujo a la mitad. Al respecto, Maseda (2013) afirma que esto posiblemente se deba a que los sistemas intensivos como el melón pueden desencadenar el agotamiento progresivo de los niveles de materia orgánica del suelo (MOS) y por ende una disminución en los niveles del COS. En este contexto, Feng *et al* (2002), sostienen que suelos áridos con poca MO tienen una baja capacidad de recuperación, y por lo tanto, una inadecuada gestión de la productividad puede conducir a la desertificación en el corto plazo, de allí la importancia de revertir esta situación aplicando prácticas de manejo sustentables orientadas a incrementar la MOS, como lo proponen Socorro *et al* (1999) mediante el reciclaje de nutrientes.

Por otra parte, este sistema también presentó importantes incrementos en la CE, que comprometen su calidad. Hay que recordar que en él se hace uso intensivo de fertilizantes químicos, los cuales pueden estarse acumulando en el suelo causando problemas de salinidad. Esto coincide con los hallazgos de Zamora *et al* (2005), Mogollón *et al* (2010) y Mogollón *et al* (2014) para la zona, quienes indican que el sistema de producción melón con riego y aplicación de fertilizantes y agroquímicos está propiciando un proceso de salinización de suelos. De allí la necesidad de integrar la fertilización química con la orgánica como lo propone Restrepo *et al* (1999), haciendo uso además de los análisis de suelos, para escoger el fertilizante adecuado y el momento oportuno para su aplicación.

En el sistema melón, al igual que el de maíz, el PSI se alejó considerablemente de los valores de referencia, lo cual puede estar asociado en el caso del melón a riego con aguas de mala calidad, ya que las aguas utilizadas para riego son de pozo profundo, la

cuales han incrementado sus niveles de sodio tanto por fenómenos de intrusión en acuíferos costeros como por infiltración del agua de lluvia a la que se incorpora desde el mar (Chirinos, 2013). En el caso del maíz, el PSI puede estar asociado a procesos de degradación natural, tales como, ascenso de sales en el perfil, erosión y redistribución de materiales (Lamz y González, 2013), ya que estos suelos no han sido sometidos a riego. Los incrementos de sodio en el suelo, afectan su estructura, y por consiguiente la infiltración del agua, de igual forma, se altera el potencial osmótico del suelo afectando la fisiología de las plantas. Por lo anterior, este es un indicador de suma importancia al momento de considerar el manejo agroecológico de los suelos, en este sentido, existen experiencias de recuperación utilizando vermicompost (Mogollón *et al* 2015b, Mogollón *et al* 2016;) y vinaza (Gasca, 2010).

En otro orden de ideas, la fertilización orgánica, combinada con las asociaciones de cultivos o el uso agroforestal propuesto por Nobre *et al* (2012), son aspectos a considerar en la planificación agroecológica para el cultivo de sábila, donde los problemas de salinidad son aún mayores, en este caso se debe considerar que este es un cultivo a tempero, a plena exposición solar (monocultivo), por lo que la ausencia de riego, aunado a las altas temperaturas y la evaporación, favorecen la acumulación de sales en la superficie, y en consecuencia un incremento del pH, lo cual se constituye en un aspecto desfavorable para la actividad microbiana, ya que esta se limita de manera considerable bajo condiciones de salinidad. Por otra parte, la eliminación total de la cobertura vegetal para el establecimiento del cultivo, reduce de forma importante la biomasa microbiana, pues como lo afirma Paz (2006) esta tiene un papel esencial en la dinámica de la transformación de los nutrientes del suelo, y al interrumpirse la incorporación de materiales orgánicos, disminuye. Al respecto, Bationo *et al.* (2007), indican que el contenido de biomasa microbiana es fuertemente sensible a la entrada y salida de materia orgánica al suelo, por ello que deben garantizarse aportes de materia orgánica al suelo de forma constante. Esto último también aplica para los cultivos de melón y maíz.

Adicionalmente, la pérdida de materia orgánica, conjuntamente con la eliminación de la cobertura vegetal descritas, aunada al predominio de partículas de arena en la fracción textural, favorece la erosión de los suelos, lo cual se evidencia en la disminución de la profundidad y el incremento de la pedregosidad, alejándose ambos indicadores de los valores ideales de sustentabilidad en los tres sistemas evaluados. Nobre *et al* (2012) establecen como alternativas para mitigar los procesos erosivos, el uso de restos de cultivo o plantas de colonización espontánea, la incorporación de materia orgánica de diferentes fuentes o la utilización de abonos verdes. Altieri y Nichols (2000) proponen las rotaciones de cultivos conjuntamente con prácticas conservadores de suelo, utilización de leguminosas, abonos orgánicos y otros mecanismos efectivos de reciclado, que además de ayudar a la reducción de la erosión edáfica, permiten reducir las pérdidas de nutrientes mediante la contención efectiva de la lixiviación, escurrimiento y el mejoramiento del reciclado de nutrientes.

Referencias.

1. Altieri, M., Hecht, S., Liebman, M., Magdoff, F., Norgaard, R. y Sikor, T. (1999). Agroecología, bases científicas para una agricultura sustentable. Editorial Nordan Comunidad. 325 pp
2. Altieri, M. y Nichols, C. (2002). Un método agroecológico rápido para la evaluación de la sostenibilidad de cafetales. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología 17(66):17-24.
3. Altieri, M. y Nichols, C. (2000). Bases agroecológicas para una agricultura sustentable. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente Red de Formación Ambiental para América Latina y el Caribe. México D.F., México. 250 pp
4. Astier, M., Mass-Moreno, M. y Etchevers, B. J. (2002). Derivación de indicadores de calidad de suelos en el contexto de la agricultura sustentable. Agrocienca, 36(5):605-620.
5. Bautista Cruz, A., Etchevers Barra, J., Del Castillo, R., y Gutiérrez, C. (2004). La calidad del suelo y sus indicadores. Ecosistemas 13 (2):90-97.

6. Bationo, A., J. Kihara, B. Vanlauwe, B. Waswa y J. Kimetu. (2007). Soil organic carbon dynamics, functions and management in West African agroecosystems. *Agricultural Systems*. 94 (1):13-25.
7. Chaterlán, Y.; Rodríguez, R., Zamora, E. y Fajardo, W. (2005). Propuesta de metodología para el estudio de la desertificación en el Valle del Cauto. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*. 14 (1):43-46
8. Chirino, J. (2013). Evaluación de la calidad de las aguas subterráneas del Municipio Falcón como base para delimitar áreas agrícolas vulnerables a la desertificación. Caso: Parroquia Pueblo Nuevo del Municipio Falcón, Estado Falcón. Trabajo Especial de Grado para optar al título de Licenciado en Ciencias Ambientales de la UNEFM, Coro, estado Falcón. 116 pp
9. COPLANARH. (1975) Regiones Costa Noroccidental, Centro Occidental y Central, Publicación N° 43. Comisión del Plan Nacional de Aprovechamiento de los Recursos Hidráulicos, Caracas.
10. Doran, J. y Parkin, B. (1994) Defining Soil Quality for a Sustainable Environment. En: *Defining Soil Quality for a Sustainable Environment*. SSSA Special Publication Number 35. American Society of Agronomy, Inc. Madison, Wisconsin, USA.
11. Feng, Q., Endo, K., Guodong, C. (2002) Soil carbon in desertified land in relation to site characteristics. *Geoderma*. 106 (1):21-43.
12. Gabathuler, E., Liniger, H., Hauert, C. y Giger, M. (2009) Beneficios de la Gestión Sostenible de la Tierra. WOCAT, CDE, University of Berne. 15p. Disponible en: http://www.unccd.int/Lists/SiteDocumentLibrary/Publications/CSD_Cover_Benefits_SLM%20spanisch.pdf
13. Gasca, C. (2010). Cambio en el PSI y la RAS de un Suelo y su Influencia en la Actividad Biológica y la Biomasa Microbiana. Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Colombia. Sede Palmira. Palmira, Valle, Colombia. 54 pp. Disponible en <http://www.bdigital.unal.edu.co/2127/1/7008002.2010.pdf>
14. Holdridge, L. (1967) Life zone ecology. San José, CR, Tropical Science Center. 206 pp.

15. Hori, Y., Stuhlberger, C. y Simonett, O. (2011) Desertificación: Una síntesis visual. PNUMa/ GRiD-arendal/Zoi environment Network. 50 p. Disponible en: <http://www.unccd.int/Lists/SiteDocumentLibrary/Publications/Desertification-SP.pdf>
16. Lamz, A., y González, M. (2013) La salinidad como problema en la agricultura: la mejora vegetal una solución inmediata. *Cultivos Tropicales* 34(4):31-42.
17. Larson, W. y Pierce, F. (1991) Conservation and Enhancement of Soil Quality. In Evaluation for sustainable land management in the developing world. En Proc. of the Int. Work-shop on Evaluation for Sustainable Land Management in the Developing World, Chiang Rai. pp. 175-203. 15-21 Sept. 1991. Int. Board of Soil Res. and Manage, Bangkok, Thailand.
18. Maseda, C. (2013) Uso de la tierra y su efecto en las reservas de carbono en suelos agrícolas de la Península de Paraguaná. Trabajo Especial de Grado para optar al título de Licenciado en Ciencias Ambientales de la UNEFM, Coro, estado Falcón. 125 pp.
19. Maser, O., Astier, M., López-Ridaura, S., Galvan-Miyoshi, Y., Órtiz-Ávila, T., García-Barrios, L., García-Barrios, R., González, C. y Speelman, E. (2008) El proyecto de evaluación de sustentabilidad MESMIS. En: Evaluación de sustentabilidad, un enfoque dinámico multidimensional. Maser, O., Astier, M., Galvan-Miyoshi, Y. (Coordinadores). SEAE/CIGA/ECOSUR/CIEco/UNAM/Mundiprensa/Fundación Instituto de Agricultura Ecológica y Sustentable, España. Primera Edición. Sección 1, Capítulo 1: 13-23.
20. Mogollón, J., Martínez, A. y Torres, D. (2016) Efecto de la aplicación de un vermicompost en las propiedades biológicas de un suelo salino-sódico del semiárido venezolano. *Bioagro*. 28(1):29-38.
21. Mogollón, J.; Rivas, W., Márquez, E., Lemus, L., Colmenares, M., Muñoz, B., Martínez, A., Hernández, S., Arrieta, L, y Campos, Y. (2015 a). Delimitación de áreas ambientalmente sensibles a la desertificación en la Península de Paraguaná, Venezuela. *Croizatia, Revista Multidisciplinaria de Ciencia y Tecnología*. Aceptado para su publicación en el Volumen 16 número 1, Año 2015.

22. Mogollón, J., Martínez, A. y Torres, D. (2015b) Efecto de la aplicación de un vermicompost en las propiedades químicas de un suelo salino-sódico en el semiárido venezolano. *Acta Agronómica*. 64(4):1-13.
23. Mogollón, J., Martínez, A., Rivas, W. (2014) Degradación química de suelos agrícolas en la Península de Paraguaná, Venezuela. *Suelos Ecuatoriales*. 44(1):22-28.
24. Mogollón, J., Torres, D., y Martínez, A. (2010) Cambios en algunas propiedades biológicas del suelo según el uso de la tierra en el sector el cebollal, Estado Falcón, Venezuela. *Bioagro*. 22(3):217-222.
25. Nobre, H.; Junqueira, A., Souza, T., Ramos - Filho, L., Canuto, J. (2012) Utilização de práticas agroecológicas na construção de projetos sustentáveis para a reforma agrária: um estudo de caso no assentamento Sepé Tiaraju – SP. *Rev. Bras. De Agroecologia*. 7 (1): 3-13.
26. Paz, G. (2006) Propiedades bioquímicas en suelos de Prado de Galicia. Tesis Doctoral. Universidad de Santiago de Compostela, España. 397 pág.
27. Piña, E. (2015) Evaluación de la salinidad como indicador del proceso de degradación química en suelos agrícolas bajo diferentes usos de la tierra en la Península de Paraguaná Estado Falcón. Trabajo Especial de Grado para optar al título de Licenciada en Ciencias Ambientales de la UNEFM, Coro, estado Falcón.
28. POTEF, (2004) Plan de Ordenación del territorio del estado Falcón. Gobernación del estado Falcón.
29. Restrepo, J., Ángel, D. y Prager, M. (2000) Agroecología. Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal, Inc. (CEDAF), Santo Domingo, República Dominicana. 120p.
30. Rivas, W. y Mogollón, J. (2015) Calidad del clima como indicador de desertificación en la Península de Paraguaná, estado Falcón, Venezuela. *Croizatia, Revista Multidisciplinaria de Ciencia y Tecnología*. Aceptado para su publicación en el Volúmen 16 número 1, Año 2015

31. Ruiz, T. y Febles, G. (2004). La desertificación y la sequía en el mundo. *Revista de Investigación y Difusión Científica Agropecuaria* 8 (2):3-16.
32. Sarandón, S. (2002) El desarrollo y uso de indicadores para evaluar la sustentabilidad de los agroecosistemas. En: *Agroecología, el camino hacia una agricultura sustentable*. Sarandón, S (Editor). Ediciones Científicas Americanas, La Plata. Cap 20: 393-414.
33. Sarandón S., y Flores, C. (2009). Evaluación de la sustentabilidad en Agroecosistemas: una propuesta metodológica. *Revista Agroecología*. Universidad de Murcia. España 4: 19-28
34. Sarandón, S., Flores, C., Gargoloff, A y Blandi, M. (2014) Análisis y evaluación de agroecosistemas: construcción y aplicación de indicadores. En: *Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentable*. Sarandón, S. y Flores, C. (Editores). Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Editorial de la Universidad de la Plata, Primera Edición. Cap 14: 375-410. Disponible en: www.mec.gub.uy/innovaportal/file/75868/1/agroecologia.pdf
35. Seybold, C., Mausbach, M., Karlen, D. y Rogers, H. (1997) Quantification of soil quality. *Ensoil process and the carbon cycle* (eds. Lal, R., Kimble, J.M., Follet, R.F. y Stewart, B.A.), pp. 387-403, CRC Press, Boca Raton, Florida. Disponible en: <https://books.google.co.ve/> [27 ene 2016].
36. Socorro A., Padrón, W., Pretell, R. y Parets, E. (1999) *Modelo Alternativo para la Racionalidad Agrícola*. Edición Especial para la Asignatura Práctica Agrícola. Editorial Universo Sur. Universidad de Cienfuegos. 300 p.
37. Zamora, F., Mogollón, J.P., y Rodríguez, N. (2005). Cambios en la biomasa microbiana y la actividad enzimática inducidos por la rotación de cultivos en un suelo bajo producción de hortalizas en el estado Falcón, Venezuela. *Multiciencias*. 5 (1):62-70.