

Efecto del azufrado de un suelo ferralítico rojo dedicado al cultivo del tabaco en cuba sobre algunos indicadores biológicos

Ing. Yeramís Cánepa Ramos¹, Ing. Ailene González Mederos MSc.¹, Iosbel Blanco Piqueira² Ing. Téc.

Lázaro Chávez García¹, Téc. Lexis Álvarez Barrabí¹

1-Instituto de Investigaciones del Tabaco.

2-Universidad Artemisa.

Cuba

agricola4@iitabaco.co.cu

Resumen

El suelo es un recurso que se considera no renovable. En el caso específico de los suelos Ferralíticos Rojos, se ha detectado un problema vinculado a la degradación: la alcalinización. Esta se debe al uso, durante décadas, de aguas bicarbonatadas cálcicas para el riego, por lo que hoy día estos suelos ostentan valores de pH superiores a 7.0. Esta condición afecta el cultivo del tabaco. Por estas razones se hizo necesario buscar alternativas para revertir estos procesos, tales como acidificar los suelos utilizando enmiendas azufradas. El azufrado del suelo es una enmienda poco utilizada y se desconocen muchos de sus efectos, por lo que el presente trabajo tiene como objetivo determinar el efecto del azufrado sobre algunos indicadores biológicos de un suelo Ferralítico Rojo dedicado al cultivo del tabaco. El trabajo se desarrolló en condiciones controladas, empleando el cultivar 'Criollo 98' y un suelo Ferralítico Rojo. Se diseñaron 4 tratamientos: 2 de azufrado del suelo a dosis de (1 y 3) t/ha respectivamente, 1 testigo y 1 un suelo virgen, con 9 réplicas. Se evaluó la actividad y el pH de la zona radical y la cantidad de microorganismos según el método de las Diluciones Seriadas. Con la aplicación de azufre como mejorador de suelo a dosis de 1 t/ha, el cultivo mostró un desarrollo radical normal. Además, no se constataron afectaciones del crecimiento de la flora edáfica y sí se favoreció la proliferación de

algunos microorganismos como los fijadores de nitrógeno y los solubilizadores de fósforo.

Palabras clave: suelo Ferralítico Rojo, microorganismos, azufre

EFFECT OF THE SULFURATED OF A TYPIC RHODUDALF SOIL DEDICATED TO THE TOBACCO CULTIVATION IN CUBA ON SOME BIOLOGICAL INDICATORS

Abstract

The soil is a considered as a nonrenewable resource. In the specific case of the Typic Rhodudalf soils, a problem has been detected linked to the degradation of the soils, the alkalization. The alkalization of these soils obeys to human factors, because during decades they have been used with water rich in carbonate and calcic, for the watering. For that reason nowadays show values of pH higher than 7.0. This condition affects not only tobacco cultivation. For these reasons it becomes necessary the search of alternatives to revert these processes that is why we proceeded to acidify the soils using elementary sulphur. The sulphur applicated to the soil is an amendment, little used and many of their effects are ignored, so the present work has the objective to determine the effect of the sulphur on some biological indicators of Typic

Rhodudalf soils dedicated to the tobacco cultivation. The work was developed under controlled conditions using 'Criollo 98' cultivar on a Typic Rhodudalf soils. Four treatments were designed: 2 having sulphur with the doses of land 1 and 3 t/ha, 1 witness and 1 using a virgin soil with 9 replications. The development of the activity and the pH of the radical area, besides the count of microorganisms according to the method of the continuous Dilutions were evaluated. The

results showed that with the application of sulphur as a reparative of soils in a dose of 1 t/ha, the cultivation had a normal radical development. Affectations of the growth of the flora soils were not verified, but the proliferation of some groups of microorganisms like the nitrogen fixers and the phosphate solubilizing was favored.

Key words: *Typic Rhodudalf soils, microorganisms, sulphur*

I. INTRODUCCIÓN

El suelo es un espacio heterogéneo definido como un recurso frágil, de difícil y larga recuperación, de extensión limitada, y es considerado como recurso no renovable (1). También se dice que el suelo es un consorcio de células vivientes en una mezcla variable de materiales modificados atmosféricamente, en conjunto con la materia orgánica en desintegración, que constituye el soporte mecánico y nutricional de las plantas, sin dejar de mencionar a los microorganismos que habitan en el suelo y que son los responsables de la mayor parte de la actividad biológica que en él se desarrolla (2). En los últimos 20 años se viene trabajando con la degradación de los suelos por la actividad antropogénica. En el caso específico de los suelos Ferralíticos Rojos, estos se encuentran bajo cultivo intensivo hace más de 4 siglos, lo que ha generado la pérdida de su fertilidad por la influencia del cultivo continuado y en especial del cultivo del tabaco, el cual constituye un ejemplo clásico de antropogénesis tropical (3). El uso intensivo que el hombre ha hecho de ellos, ha conducido al descenso de las características originales tanto bióticas como abióticas (4). El cultivo del tabaco resulta bastante esquilmante en la producción agrícola con relación a la fertilidad de los suelos, y los residuos post-cosecha que este ofrece resultan muy escasos para la participación en el ciclo biológico de las sustancias, en la restitución de la materia orgánica y otros nutrientes al suelo (5). Por otra parte, la producción de este cultivo se hace con aseguramiento de altas dosis de fertilizantes, lo que conlleva a la degradación del factor biológico del suelo (6). En los suelos tabacaleros de la provincia de

Artemisa, se han detectado dos problemas vinculados con la degradación de los suelos: la alcalinización y la erosión (7). La alcalinización de estos suelos obedece al uso durante décadas, de aguas bicarbonatadas cálcicas para el riego agrícola (8). Como consecuencia, se ha detectado el incremento del pH hasta valores superiores a 7.0 y llegan a alcanzar valores superiores a 8.0 (7). Tal es el caso de los suelos de la Empresa Tabacalera "Lázaro Peña", donde se evidenció el aumento del pH a 7.4–7.5 en los últimos 20 años. Estos valores de pH afectan el cultivo del tabaco y también la papa, pero si sobrepasa los valores de 8.0, puede afectar la asimilación de todos los nutrientes (9). Por estas razones se hizo necesario, en la producción tabacalera, diseñar una estrategia de manejo que permita mitigar la degradación de los suelos Ferralíticos Rojos dedicados al cultivo del tabaco. La industria tabacalera consideró que las medidas más corrientes no eran suficientes para revertir estos procesos y que requería de una acción más fuerte, como la incorporación de azufre elemental, para acidificar los suelos (10). La eficiencia de esta enmienda azufrada depende de los microorganismos presentes en el suelo, lo cual favorece la disponibilidad de este elemento durante el ciclo del cultivo, pero se desconocen los efectos que puede provocar esta enmienda sobre las propiedades biológicas de estos suelos, puesto que la abundancia y distribución de los microorganismos en él depende del pH predominante (11). Esta situación pudiera afectar el desarrollo de las raíces, que depende en gran medida de la densidad poblacional de los microorganismos presentes, lo cual pudiera influir en el crecimiento y desarrollo de las plantas (12). El azufrado del suelo es una

enmienda poco utilizada por ser costosa, y solo se justifica su empleo en suelos dedicados a cultivos de importancia, como la papa y el tabaco. Dadas todas estas razones se hace necesario el estudio del efecto que provoca el empleo de azufre sobre el desarrollo radical de la planta de tabaco, la microbiota y el pH del suelo.

II. DESARROLLO DE CONTENIDOS

A. Principales métodos y técnicas empleados en la investigación.

El trabajo se realizó en el Instituto de Investigaciones del Tabaco (IIT), ubicado en carretera Tumbadero km 8 ½, San Antonio de los Baños, provincia Artemisa. Para su realización se empleó el cultivar comercial de tabaco Negro cubano (*Nicotiana tabacum* L.) cv ‘Criollo 98’. Su fase de semillero se desarrolló según la tecnología de bandejas flotantes (13). El sustrato empleado en el semillero se confeccionó a base de turba negra (70 %), cascarilla de arroz (25 %) y zeolita (5 %). A los 45 días de germinadas las plántulas, se procedió a la siembra. Experimento: Determinación del efecto que ejercen diferentes dosis de azufre sobre la microbiota de un suelo Ferralítico Rojo dedicado al cultivo del tabaco. Para el diseño del trabajo se procedió al llenado de macetas plásticas de 1 L de capacidad, en las que se colocó 0.90 kg de suelo tamizado a 2 mm, proveniente del horizonte “A” de un suelo Ferralítico Rojo, por ser este el suelo representativo de la cubierta edáfica de la zona tabacalera de Partido (14). Para este experimento se emplearon dos suelos con antecedentes diferentes, uno de ellos proviene de la explotación del cultivo continuado del tabaco por más de dos décadas y el otro, de una zona que se encuentra en barbecho hace más de 30 años, simulando un suelo virgen. El experimento en su totalidad se desarrolló en condiciones controladas, donde la temperatura osciló entre 25 °C y 30 °C, la humedad relativa fluctuó entre 70 % y 80 %, y las macetas se mantuvieron a una capacidad de campo calculada en 36 % en base al suelo seco. Se diseñaron un total de cuatro tratamientos, dos de azufrado del suelo con dosis de 1 t/ha y 3 t/ha respectivamente, un tratamiento control con suelo sometido a cultivo intensivo (sin aplicación de azufre) y un último tratamiento, sin aplicación de azufre, pero empleando suelo virgen. Cada

tratamiento contó con 9 réplicas y 1 planta por maceta. Las dosis que conformaron los tratamientos de azufrado del suelo se tomaron a partir de trabajos de screening de dosis de azufre para emplear en suelos Ferralíticos Rojos (10). Las aplicaciones de azufre se realizaron 30 días antes de ejecutar la siembra, para simular la incorporación de este elemento durante la etapa de preparación de suelo (15). Se evaluó la actividad y el pH de la zona radical cada 10 días después de haber sido transplantadas las posturas, con el fin de establecer una dinámica del comportamiento de estas variables bajo el efecto de la aplicación de azufre al suelo.

Para la determinación del pH se empleó el método potenciométrico usando Phmetro–ISE Mo- delo 250. La determinación de la actividad radical se realizó a partir de la técnica establecida en el Manual de Procedimientos del Laboratorio de Fisiología del IIT, empleando un espectrofotómetro (Génesis 10S UV-Vis) con longitud de onda de 660 nm.

Además, se evaluó el comportamiento de la microbiota del suelo a partir del conteo de microorganismos, según el método de las Diluciones Seriadas y posterior siembra en placas Petri, según las normas ISO (16) y (17). Se utilizaron los siguientes medios de cultivo: Asbhy sin nitrógeno para microorganismos fijadores de nitrógeno atmosférico, Pikovskaya para microorganismos solubilizadores de fósforo inorgánico y Medio actinomicetos para cuantificar el número de actinomicetos (18). Agar Nutriente para el conteo de microorganismos totales y Agar Extracto de Malta para el conteo de levaduras (19).

Para el procesamiento de la muestra se tomaron 10 g de suelo, que se disolvieron en 100 ml de agua destilada estéril, y constituyeron la primera dilución. Las placas Petri inoculadas se mantuvieron a 30 °C de temperatura durante 24 h para el conteo de microorganismos totales y 48 h para los restantes, a excepción del medio para actinomicetos que se mantuvo durante cinco días.

El análisis estadístico se realizó con el programa GraphPad InStat version 3.06 32 bit para Windows. Se realizó ANOVA paramétrico para las variables que cumplieron

con las condiciones de normalidad y el Test de Bartlett para las desviaciones estándar, el test a posteriori empleado fue Tukey. La prueba no paramétrica seleccionada fue el Kruskal Wallis con la prueba Dunn a posteriori.

B. Principales Resultados

Influencia de diferentes dosis de azufre sobre la actividad radical y el pH de un suelo Ferralítico Rojo dedicado al cultivo del tabaco.

El sistema radical de cualquier planta es de vital importancia, pues además de ser el órgano que le proporciona sostén y estabilidad, es el que le permite el suministro de nutrientes y agua constante. Cuando se compara el desarrollo de las plántulas de tabaco en cada uno de los tratamientos propuestos, se observa de modo general que el desarrollo radical de plantas se comportó mejor en aquellos suelos tratados con una dosis de azufre de 1 t/ha y que ocurrió un efecto contrario al usar dosis de 3 t/ha de azufre. La actividad del sistema radical se localiza en el extremo de las raíces. En esta zona la existencia de pelos absorbentes es de corta duración, rápidamente se marchitan y caen; no obstante, a medida que los más antiguos desaparecen y que la raíz se alarga, se forman otros nuevos. La actividad radical es la absorción de un nutriente por las raíces en relación con su concentración en la solución del suelo y la capacidad de absorción radicular (20). En lo que respecta a esta actividad radical se aprecian marcadas diferencias entre los tratamientos. Se logra la mayor actividad en el tratamiento S₁ en cada uno de los momentos evaluados. La menor actividad durante los tres estadios la reflejó el tratamiento S₂, mientras que el testigo y el suelo virgen no mostraron diferencias significativas durante las dos primeras evaluaciones. Durante el tercer estadio estos tratamientos mostraron poco incremento de la actividad de las raíces y esta fue mayor en los suelos vírgenes.

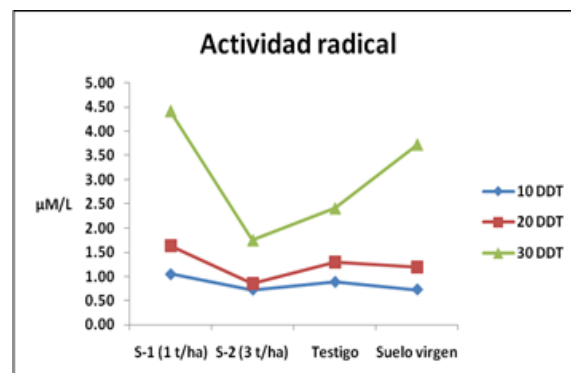


Figura 1. Comportamiento de la actividad radical en plántulas de tabaco Negro var. "Criollo 98". Fuente. Elaboración propia.

El patrón seguido por la actividad radical puede tener relación directa con las variaciones de pH bruscas inducidas por la aplicación de azufre en los dos primeros tratamientos. En el S₁ la planta se comportó mejor, pues con esta dosis de azufre se alcanzaron valores de pH óptimos de un cultivo acidófilo como es el tabaco.

En la figura 2 se observan las variaciones del pH del suelo en la zona radical. Con el tratamiento S₁ se logró un pH ligeramente ácido entre 5.0 y 6.0, como el que requiere el cultivo del tabaco por ser una planta acidófila, la cual presenta su máximo crecimiento y producción en el entorno de una acidez moderada de 5.5 a 6.5. Además, en el entorno de estos valores de pH se logra una disponibilidad máxima de los nutrientes (21) y (22). Mientras, con el tratamiento S₂ el pH descendió demasiado, lo que causó efectos negativos sobre el desarrollo radical de forma general. En el caso del testigo, se corroboró una vez más la hipótesis de la alcalinización de los suelos Rojos en esta zona de la llanura Habana-Matanzas (9). Estos autores plantean que el pH de estos suelos tabacaleros mantiene una media de pH superior a 7.5. Estos elevados valores resultan desfavorables para la producción tabacalera, debido a que a esos niveles se dificulta la asimilación de los nutrientes. Esta situación se convierte en una limitante para la obtención de capas destinadas a la producción de torcidos de exportación. Las variaciones del pH ejercen varios efectos sobre el sistema radical de las plantas, pues modifican la micropoblación edáfica, la estructura del suelo, el régimen hídrico y en especial la concentración de elementos

nutritivos y la composición de la atmósfera del suelo, por lo cual se favorece la disponibilidad de nutrientes (23).

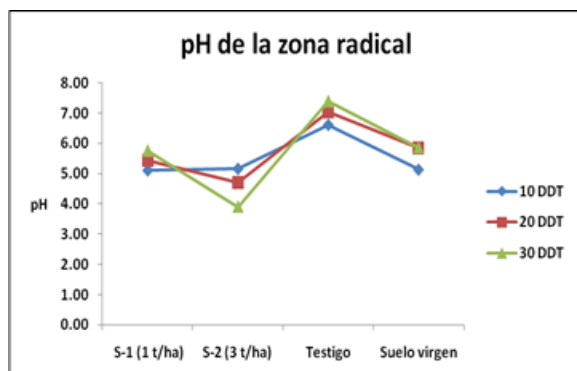


Figura 2. Comportamiento del pH del suelo en la zona radical en plántulas de tabaco Negro var. "Criollo 98". Fuente. Elaboración propia.

Comportamiento de la flora edáfica de un suelo Ferralítico Rojo dedicado al cultivo del tabaco con la aplicación de diferentes enmiendas azufradas. En el suelo existe una notable población microbiana dentro de la que se encuentran los microorganismos beneficiosos, que realizan funciones como la fijación del nitrógeno atmosférico, la solubilización del fósforo, la antibiosis y la estimulación del crecimiento y desarrollo vegetal. Además, esta flora edáfica favorece el desarrollo de la estabilidad de los agregados de los suelos cultivables, el reciclaje de los residuos orgánicos y el control de microorganismos dañinos. Todas estas funciones son de suma importancia para el aumento de la productividad de especies cultivables de importancia económica (23). En el caso de los microorganismos totales no presentaron diferencias significativas entre los tratamientos, y su concentración osciló entre (19.00–19.80) millares de unidades formadoras de colonias por gramo de suelo (UFC/g de suelo); todos los tratamientos se comportaron de forma superior a lo descrito en la bibliografía. Otros autores esbozan una concentración total para los suelos Ferralíticos Rojos de (17.38–17.62) millares de UFC/g de suelo (3.54×10^7 a 4.50×10^7) (24). A pesar de no mostrarse diferencias significativas entre los tratamientos, la mayor y la menor concentración de microorganismos se observaron en los tratamientos S_1 y S_2 respectivamente. Este comportamiento de los microorganismos totales puede deberse a la

incorporación continuada de materia orgánica en los suelos dedicados al cultivo del tabaco, como práctica de mejoramiento de suelo establecida por el Ministerio de la Agricultura. El beneficio que aporta la aplicación de materia orgánica no consiste en los nutrientes que incorpora, los cuales pueden ser bajos, sino en la influencia que ejerce sobre las características químicas, físico-químicas y biológicas de estos suelos (25). La aplicación continuada de fertilizantes minerales afecta la vida microbiana, y el tabaco está catalogado como un cultivo altamente consumidor de agroquímicos (26) y (27). Se plantea que esta cuestión impacta de forma negativa en los microorganismos del suelo, debido al efecto residual de los fertilizantes, de la acumulación de sales y de variaciones en el pH y en el potencial redox (28).

Los resultados del presente trabajo difieren de los autores antes citados y corroboran que la fertilización mineral estimula el crecimiento y desarrollo de los microorganismos en el suelo, al proporcionar nutrientes indispensables para la actividad microbiana, para así suplir los gastos energéticos y de materia orgánica que tienen lugar en el suelo (29).

Tanto los microorganismos fijadores de nitrógeno como los solubilizadores de fósforo constituyen grupos especializados que se encuentran en los suelos Ferralíticos Rojos en concentraciones que oscilan entre las (10^5 – 10^4) UFC/g de suelo (30).

En la figura 3 se puede observar que no existen diferencias significativas entre las concentraciones de los microorganismos fijadores de nitrógeno del tratamiento testigo y el S_1 , pero no ocurre lo mismo con el resto de los tratamientos. La mayor concentración de UFC/g de suelo se encontró en el suelo virgen (15.02 millares) y la menor, en el tratamiento S_2 (13.04 millares). Según refiere la bibliografía (31) las concentraciones para estos suelos oscilan entre (1.15×10^5 – 2.03×10^5 de UFC/g de suelo, lo que equivale a un intervalo entre (11.65–12.22) millares. En todos los tratamientos los valores obtenidos superan las concentraciones anteriormente citadas. Tal comportamiento puede deberse a la adición de fertilizantes químicos, que contienen nutrientes capaces de estimular el crecimiento de estos grupos (29). Ello no supone un

aumento en la eficiencia de los procesos que realizan. De hecho, existen estudios que indican disminución de la actividad enzima nitrogenasa en presencia de iones amonio y fertilizantes nitrogenados (32) y (33). En el caso de los organismos solubilizadores de fósforo, no difieren en su concentración en ninguno de los tratamientos y los resultados obtenidos oscilaron entre (12.60–13.82) millares de UFC/g de suelo. La mayor concentración se encontró en los suelos vírgenes y la menor, en el tratamiento S₁, pero en todos los casos se superaron los resultados constatados en la bibliografía (31), para los suelos Rojos de (9.54– 10.26) millares de UFC/g de suelo. Este incremento de la concentración de los organismos solubilizadores no implica mayor aprovechamiento del fósforo por la planta, pues existen valores límites para la absorción del fósforo, y este al acumularse en el suelo, podría limitar la toma de otros nutrientes necesarios para el desarrollo del cultivo. Esta situación pudiera deberse al elevado porcentaje de fósforo que están presentando los suelos cultivables, con relación a la cantidad de fósforo fijado, no soluble e incapaz de ser utilizado por las plantas. La actividad de microorganismos especializados permite solubilizar el fósforo y ponerlo a disposición de las plantas para convertirlo en biomasa vegetal y alimentos (23).

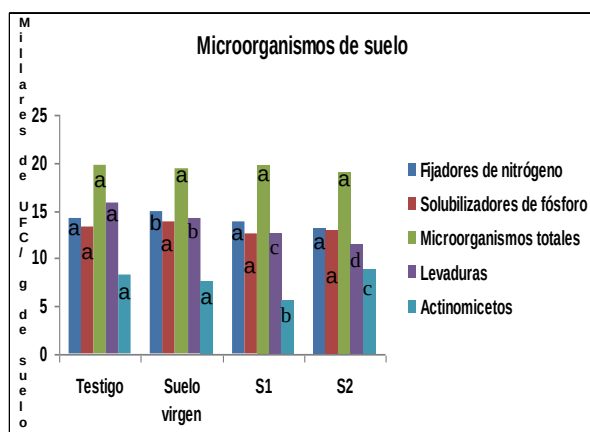


Figura 3. Comportamiento de los microorganismos en un suelo Ferralítico Rojo empleando azufre como mejorador de suelo. Fuente. Elaboración propia.

En lo referente a las levaduras y actinomicetos se puede plantear que, en el caso del primer grupo, se encontraron

diferencias significativas entre todos los tratamientos. Se produjo un marcado descenso de las concentraciones de las UFC de las levaduras, que comenzó por el testigo y terminó en el tratamiento S₂. El detrimento de este grupo pudiera relacionarse con la disminución del pH del suelo en el mismo orden en que decrecen las concentraciones de levadura. Este supuesto no pudo comprobarse por carecer de información sobre el comportamiento de este grupo de microorganismos en los suelos Ferralíticos Rojos. Por ende, tampoco se pudo conocer si las concentraciones obtenidas en esta investigación (11.51–15.81) millares de UFC/g de suelo se encuentran en los rangos adecuados. Situación similar ocurre con los actinomicetos, de los cuales también se desconocen los valores óptimos para este tipo de suelo. Su comportamiento no difiere entre el tratamiento testigo y el suelo virgen, pero sí de los tratamientos de azufre del suelo. Además, entre estos dos últimos tratamientos también se muestran diferencias significativas: la menor concentración de actinomicetos se obtiene en el S₁ y la mayor, en el S₂. El comportamiento de este grupo de microorganismos no sigue ningún patrón definido y al carecer de información resulta difícil dilucidar este comportamiento.

III. CONCLUSIONES

- El desarrollo radical de las plántulas de tabaco en función de la dinámica del azufre en el suelo mostró los mejores resultados con la aplicación del tratamiento de la dosis de 1 t/ha de azufre.
- Con la dosis de 1 t/ha de azufre se logró disminuir el pH del suelo a rangos óptimos para el cultivo.
- Para las condiciones experimentales propuestas de aplicar azufre como mejorador de los suelos Ferralíticos Rojos dedicados al cultivo del tabaco, no se afecta el crecimiento de la flora edáfica e incluso se favorece la proliferación de algunos grupos de microorganismos como los fijadores de nitrógeno y los solubilizadores de fósforo.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS

- [1] T. Amado y L. Wildner, "Adubacao verde," Manual de Uso, Manejo e Conservacao do Solo e da Agua, Santa Catarina, Secretaria de Estado da Agricultura e Abastecimento, Florianópolis, 1991.
- [2] M. Coyne, "Microbiología de suelo: un enfoque exploratorio," Paraninfo, Madrid, España, 416 pp., 2000.
- [3] A. Hernández, M. Morales, F. Morell, Y. Borges, J. I. Bojórquez, M. O. Ascanio, J. D. García, H. Ontiveros y R. Murray, "Changes in soil properties by agricultural activity in tropical ecosystems" In: Abstracts International conference "Soil Geography: New horizons", Huatulco, Mexico, p. 57, 2009.
- [4] P. Gundel, "El cultivo coriandro (*Coriandrum sativum* L.)," Una estrategia para aumentar la sustentabilidad de los agroecosistemas, Facultad de Agronomía, 20(3):304-316, 2000.
- [5] M. Figueroa, "La importancia de la calidad. Tabaco. Fertilizar," No. 9, pp. 20-23, 1997.
- [6] J. Choteau, y D. Fauconnier, "Fertilizando para alta calidad y rendimiento," Instituto Internacional de la Potasa, Tabaco IPI- Boletín No. 11, 59 pp., 1993.
- [7] E. Jaimez, M. Campos, A. García, M. Guerra, B. Gutiérrez, J. Olivera, J. Villariño, E. Pacheco, J. Alcalde y R. Fleita, "Diagnóstico ambiental e interpretación paleoambiental de los suelos de las provincias habaneras," Conferencia en el Instituto de Geofísica y Astronomía y en la Sociedad Espeleológica de Cuba, La Habana, Cuba.2007.
- [8] D. Bosch, J. Paneque, E. Fuentes, A. Salazar y O. Peña, "Estudio de Factibilidad de la UBPC "9 de Abril" Cítricos Ceiba," Informe Técnico (inédito), Instituto de Suelos, Minag, La Habana, 2001.
- [9] Y. Cánepa, J. Trémols, A. González, A. Hernández, L. Chávez y L. Álvarez, "Situación actual de los suelos tabacaleros de la Empresa "Lázaro Peña" de la provincia Artemisa," Revista Cultivos Tropicales, Vol. 36, N°1, 80.-85 p, 2015.
- [10] Y. Cánepa, J. Trémols, A. Hernández, L. Monzón y M. C. Valiente, "La degradación química de los suelos Ferralíticos Rojos de la Empresa Tabacalera "Lázaro Peña," Revista Cuba Tabaco, Vol.13, N°1, 6-8 p, 2012.
- [11] R. Novo, "Apuntes sobre Biología del Suelo," Universidad Agraria de La Habana, [inédito], 2007.
- [12] A. Reyes, P. Cairo, J. Machado, A. B. Manes, J. Almaguer y D. P. Faldraga, "Comportamiento de los indicadores degradativos de fertilidad de un suelo Ferralítico Rojo lixiviado típico de montaña y su relación con los distintos sistemas agroforestales establecidos (II)," Revista Centro Agrícola, Vol 31, 3-4 p, 2006.
- [13] Minag, Ministerio de la Agricultura, "Instructivo técnico para el cultivo del tabaco en Cuba," Ed. Instituto de Investigaciones del Tabaco, Artemisa, Cuba, 147 pp., 2012.
- [14] A. Hernández, J.M. Pérez, D. Bosch, y N. Castro, "Clasificación de los suelos de Cuba 2015," Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. Ediciones INCA, Cuba. 91 pp. ISBN: 978-959-7023-77-7. 2015.
- [15] J. Trémols, Y. Cánepa y L. Álvarez, "Efecto del azufrado sobre la dinámica a corto plazo de la reacción de un suelo Ferralítico Rojo compactado," Revista Cuba Tabaco, Vol 13, N°1, 74-76 p, 2012.
- [16] ISO 4833(E), "Microbiology general guidance for the enumeration of microorganism colony count technique at 30°C," International Standard. 1991.
- [17] ISO 6887(E), "Microbiologically General guidance for the preparation of dilutions for microbiology examination," International Standard. 1993.
- [18] V. R. Martínez, M. López, F. M. Brossard, G. G. Tejeda, A. H. Pereira, Z. C. Parra, S. J. Rodríguez y A. Alba, "Procedimientos para el estudio y fabricación

de Biofertilizantes Bacterianos,” Ed. INIA, Maracay, Venezuela, 88 pp., 2006.

[19] BIOECN, “Manual de medios de cultivo,” Centro Nacional de Biopreparados, Mayabeque, 2011.

[20] E. Quiroz, P. Larraín y P. Sepúlveda, “Evaluación de la actividad radical en *Schinopsis balansae* Engl,” Revista Agricultura Técnica, Vol. 60, N°4, 423-429 p, 2000.

[21] A. Calderón, A. Lara, D. O. Cabrera y A. Rodríguez, “Confección de mapas temáticos para evaluar la fertilidad del suelo en las áreas agrícolas del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas,” Revista Cultivos Tropicales, Vol 33, N°1, 11-18 p, 2012.

[22] B. Akehurst, “El Tabaco,” Ed. Ciencia y Técnica, Instituto Cubano del Libro, 682 pp, La Habana, 1973.

[23] A. B. Dibut, “Biofertilizantes como insumos en agricultura sostenible,” Ed. Universitaria, La Habana, 113 pp., 2009.

[24] A. B. Lino, N. Arozarena, B. Dibut, Y. Ríos, G. Croché, J. Fernández, H. Ramos y B. Creagh, “Cultivo protegido sobre suelo Ferralítico Rojo .I Evaluación del impacto de las prácticas de manejo nutrimental sobre la calidad agrícola del suelo,” Revista Agrotecnia, Vol. 30, N°1, 32-41 p, 2006.

[25] J. M. Hermoso, D. Torres y J. M. Farré, “Efectos de seis tipos de materia orgánica en el crecimiento y la productividad de aguacates jóvenes con baja fertilización nitrogenada,” En: Proceedings of V World Avocado Congress, 2003.

[26] M. Riverol, “La erosión potencial de los suelos de Cuba y los métodos para su manipulación,” Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas, Instituto de Suelos, La Habana, [inédito], 1984.

[27] M. J. Labrador y M. A. Altieri, “Manejo y diseño de sistemas agrícolas sustentables,” Ministerio de la Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid, Hojas Divulgadoras 6-7/94, 1994.

[28] M. Flores- García, “Bioproducción de melón en campo,” Revista Chapingo (Serie Horticultura), Vol. 4, 83-88p, 1995.

[29] A. Guerrero, “Estudio microbiológico de un suelo bajo condiciones de fertilización mineral y labranza convencional,” (Ed.) Producción de Cultivos en Condiciones Tropicales, Liliana, La Habana, 247-251 pp., 1998.

[30] M. Alexander, “Introducción a la Microbiología del Suelo,” AGT Editor S.A., México, 390 pp., 1980.

[31] F. Morell, “Degradación de las propiedades agrobiológicas de los suelos Ferralíticos Rojos Lixiviados por la influencia antrópica y su respuesta agroproductiva al mejoramiento”, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Tesis para optar por el título académico de Master en Nutrición de las Plantas y Biofertilizantes, La Habana, 2006.

[32] R. Martínez, “Ciclo biológico del nitrógeno en el suelo,” Ed. Científico Técnica, La Habana, 135 pp., 1986.

[33] J. F. Bueno de Reis, V. M. Reis, S. Urquiaga y J. Dobereiner, “Influence of nitrogen fertilization on the population of diazotrophicus in sugar cane (*Saccharum spp*),” Revista Plant Soil, Vol. 219, 153-159 p, 2000.