

CULTIVO PROTEGIDO SOBRE SUELO FERRALÍTICO ROJO .I EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LAS PRÁCTICAS DE MANEJO NUTRIMENTAL SOBRE LA CALIDAD AGRÍCOLA DEL SUELO

**Alfredo Lino Brito, Noel J. Arozarena Daza, Bernardo Dibut Álvarez,
Yoania Ríos Rocaful, Grisel Croche Alfonso, Jesús Fernández Alonso,
Hipólito Ramos Cordero, Bismark Creagh Gonzáles.**

E-mail: yoania@inifat.co.cu

**Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical
(INIFAT).**

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar el impacto provocado por el uso reiterado de elevadas dosis de fertilizantes minerales en condiciones de cultivo protegido, en áreas del INIFAT, se caracterizó un suelo Ferralítico Rojo perteneciente a las instalaciones sometidas a un régimen intensivo de producción de hortalizas, con un periodo de explotación entre tres y cinco años. Se tomaron muestras compuestas de suelo, cinco en cada caso, dentro de cada instalación --en las áreas de cultivo-- y en sus respectivas áreas exteriores --no sometidas a la práctica productiva-- a fin de evaluar, por comparación, los efectos de la notable aplicación de fertilizantes. Las variables evaluadas fueron: variación de la materia orgánica (%); conductividad eléctrica (mS/cm); fósforo asimilable (mg P₂O₅/100 g) y potasio intercambiable (cmol+/kg), expresando los resultados en por ciento de variación, además se determinó la concentración total de microorganismos autóctonos del suelo (UFC/g de suelo). Se precisó que la aplicación de fertilizantes según las normas vigentes puede impactar negativamente sobre la calidad agrícola del suelo y que la conductividad eléctrica y los resultados del análisis de fósforo asimilable, potasio intercambiable, materia orgánica y microorganismos totales son propiedades del suelo que cuantifican la magnitud de esos impactos, ya que estas propiedades mostraron variaciones importantes como una disminución de la materia orgánica entre 22 y 40 %, así como aumentos considerables para la conductividad eléctrica, fósforo asimilable y potasio intercambiable, también se vio afectada la concentración total de los microorganismos con respecto a su valor inicial.

Palabras claves: Ferralítico Rojo, cultivo protegido, impacto

GREEN HOUSE OVER SOIL RED FERRALITICS.I EVALUATION THE, IMPACT OF PRACTICAL OF MANAGEMENT NUTRITION OVER CONDITION AGRICULTURAL OF SOIL.

ABSTRACT

The main goal, this is research was show the impact, by application of great and continuous dose mineral fertilizer, under condition of green house, the investigation carry out at National, Institute of Research, fundamental, Tropical, Agriculture, where a Red Ferralitics soil was characterized in area under intensity vegetable production system, with exploit time between three and five years. Then were took five composite sample inside (area-cultivation) and

outside (area-no cultivation), by comparison of contrast show the effect, when the application of fertilizer is notable. The variables of evaluating were: the variation organic matter (%); electrical conductivity (mS/cm); assimilate phosphorus; interchange potassium (cmol+/kg), these results were showed in percent of variation, besides was determined total concentration of micro organism (UFC/g de soil). It was determined, that application of mineral fertilizer according to established method, had unfavourable impact over condition agricultural of soil. The electrical conductivity; phosphorus assimilate; interchange potassium; organic matter and total concentration of micro organism are properties of soil, that permit quantities impact over soil, because these properties showing large variation important, for example, the organic matter diminished between 22 and 40 %, besides, very increase of electrical conductivity, phosphorus assimilate and interchange potassium, moreover total concentration of micro organism was affected whit respect a its initial value.

Key word: Red Ferralitics, green house, impact

INTRODUCCIÓN

Durante el pasado siglo la agricultura desarrolló tecnologías de avanzada como los sistemas de cultivo protegido, basados en el empleo de grandes cantidades de insumos agroquímicos en sus programas de producción, (Pérez y Domínguez, 2004).

Esta agrotecnología –según Rodríguez, (2000)– se sustenta en los adelantos, resultados y concepciones derivados de la Revolución Verde.

Otro elemento importante a considerar es el carácter estacionario de las instalaciones de cultivo protegido, lo que conjugado con las grandes aplicaciones de fertilizantes minerales de alta solubilidad que en ellas se realiza implica alteraciones en el equilibrio biológico del suelo y representa riesgos de contaminación, tanto de éste como del manto freático.

La vía de suministrar los nutrimentos –en lo fundamental en las instalaciones de cultivo protegido es el fertirriego, en su gran mayoría mediante el sistema de goteo, lo que permite la optimización de la fertilización.

Esta forma de aplicar los nutrientes según Moya, (1994) permite reducir hasta en un 50 % los consumos de fertilizantes en la producción hortícola. Otros autores como Malné y Maroto, (1994) valoran como gran ventaja su aplicación en frutales consiguiendo rendimientos superiores en un 10 % y una reducción del 40 % de las dosis de nutrientes habitualmente aplicadas al suelo.

A pesar de que la fertirrigación supone un ahorro económico y un menor efecto sobre el medioambiente, las dosis que se recomiendan para el manejo de la fertilización resultan elevadas.

Por ejemplo, Papadopoulos, (1991) indica –para tomate sobre suelo enmendado con materia orgánica–, aplicaciones de la fórmula completa 10-52-10, en dosis de 100 y 50 Kg./ha de manera alterna durante las cuatro semanas inmediatas al trasplante y desde ese momento, aplicaciones de la fórmula 20-5-30 –también en dosis de 100 Kg./ha–, junto con cantidades complementarias – e igualmente altas– de sulfato de magnesio, nitrato de potasio y nitrato de calcio.

Por su parte, la transnacional SQM –involucrada en la comercialización de insumos para la agrotecnología– recomienda en su catálogo del 2001, 200 a 450 Kg./ha de nitrógeno, 150 a 400 Kg./ha de fósforo y 300 a 900 Kg./ha de potasio, para la misma hortaliza.

La agricultura en la actualidad se enfrenta a una crisis ambiental, debido a que las prácticas de carácter intensivo provocan la degradación de recursos naturales tan importantes como el suelo y el agua, de acuerdo con criterios de Armenta-Bojórquez *et al.*, (2001) y Velasco, Ferrera-Serrato y Almaraz, (2001).

Lo que se acrecienta cuando se trata de uno de los agrupamientos de suelos más importantes del país. En Cuba, los suelos Ferralíticos Rojos –Hernández *et al.*, (1999)– representan un gran potencial agrícola desde el punto de vista de su extensión y calidad para la producción de diversos cultivos.

En tal sentido se desarrollo la presente investigación, con el objetivo de evaluar el impacto de la aplicación continuada de grandes dosis de agroquímicos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo experimental se realizó en el año 2001, en la sede del Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical “Alejandro de Humboldt” (INIFAT) –ubicado en la localidad de Santiago de las Vegas; municipio Boyeros, provincia Ciudad Habana– del Ministerio de la Agricultura, en áreas dedicadas a la producción de hortalizas bajo régimen de cultivo protegido.

Las instalaciones, (3), de procedencia israelí y española y con tiempo de explotación entre tres y cinco años están dispuestas sobre una superficie total de dos hectáreas de suelo Ferralítico Rojo, (Hernández *et al.*, 1999).

Se tomaron –año 2001– muestras compuestas de suelo, cinco réplicas en cada caso, dentro de cada instalación –en el área de cultivo– y en sus respectivas áreas exteriores –no sometidas a la práctica productiva– a fin de evaluar, por comparación, los efectos de la notable aplicación de fertilizantes. Todo bajo un diseño experimental completamente aleatorizado.

A estas muestras se les determinó el contenido de materia orgánica (%; NC 51:1999) y la conductividad eléctrica (mS/cm; NC 112:2001), según Chapman y Pratt, (1981) y Comité de Normalización No. 3, (1999 y 2001).

El contenido de fósforo asimilable (mgP₂O₅/hg de suelo; NC 52:1999) se determinó por el método de Oniani, adecuado para este tipo de suelo según Mato, (1989) y Valdés Pérez *et al.*, (1995); el tenor de potasio intercambiable (cmol⁺/Kg de suelo; NC 65:2000) a partir de extracción mediante buffer acetoamoniaco, (Comité de Normalización No. 3, 1999 y 2000).

La concentración total de microorganismos, se evaluó mediante el método de diluciones seriadas con la posterior siembra en placas, tal y como pautan las normas internacionales ISO 4833, (1991) e ISO 6887, (1993) y de acuerdo con Herrera, (1985).

La información obtenida se procesó para cálculo de valor promedio y desviación estándar, según Little y Jackson, (1981). Los valores correspondientes a las muestras tomadas en el interior de las instalaciones, se expresaron en cada caso, como porcentaje de variación respecto al valor inicial o determinado en las muestras del área exterior de las mismas.

RESULTADO Y DISCUSIÓN

La práctica productiva continuada, en ausencia de alternativas como la rotación y asociación de cultivos y la realización de enmiendas –entre otras de similar propósito – ha traído como consecuencia, afectaciones en la calidad del recurso suelo, básicamente en su fertilidad natural.

Así se observa en los resultados de las tablas I y II.

Tabla I. Muestras de suelo. Determinación de materia orgánica (%); conductividad eléctrica (mS/cm); fósforo asimilable (mg P₂O₅/100 g) y potasio intercambiable (cmol+/kg). Caracterización inicial y variación tras la explotación productiva.

Instalación		Materia orgánica	Conductividad eléctrica	Fósforo asimilable	Potasio intercambiable
1	Valor inicial	4.72 ± 1.35	0.56 ± 0.138	48.3 ± 9.59	0.54 ± 0.153
	Variación	27 % de disminución	43 % de incremento	314 % de incremento	211 % de incremento
2	Valor inicial	5.30 ± 1.80	0.68 ± 0.187	33.1 ± 5.04	0.76 ± 0.127
	Variación	22 % de disminución	170 % de incremento	396 % de incremento	292 % de incremento
3	Valor inicial	5.01 ± 1.947	0.33 ± 0.123	40.0 ± 2.37	0.62 ± 0.097
	Variación	40 % de disminución	176 % de incremento	348 % de incremento	274 % de incremento

Se destaca que los suelos sobre los que se dispusieron las instalaciones de cultivo protegido poseen adecuadas condiciones para la producción agrícola, de acuerdo con los valores obtenidos en su caracterización inicial y según los criterios de Valdés Pérez *et al.*, (1995) e Irigoyen Duarte (2005, comunicación personal).

Se observa una notable disminución en los tenores de materia orgánica, lo que influye en la estabilidad de los agregados y da lugar a cambios desfavorables en la estructura del suelo y con ello, a la manifestación de procesos de compactación que inciden negativamente en el drenaje y aireación del suelo y dificultan o limitan el desarrollo radical. A esto se le une la afectación de la biomasa microbiana, fracción indispensable para mantener la fertilidad del suelo, también como consecuencia de la disminución del contenido de materia orgánica (Dibut, 2005).

Resultados similares en estudios afines informaron Feller, *et al.*, (1991); Mas *et al.*, (1996) y Dilkova *et al.*, (1999), citados por Moreno, (2002), lo que demuestra la vigencia o importancia de la temática. En el nuevo enfoque de desarrollo de técnicas agrícolas que sustentan los modelos productivos que actualmente se proponen.

En cuanto a la conductividad eléctrica, su aumento es consecuencia de la acumulación de sales, derivadas de los fertilizantes minerales empleados en el manejo nutrimental.

Dos factores –relacionados con el manejo tecnológico – inciden fuertemente en la variación detectada: el carácter estacionario de las instalaciones que impide posibles efectos positivos o atenuantes asociados a las lluvias y la explotación continua o permanente, porque la rentabilidad de las mismas se fundamenta – criterio cuestionable – en que se mantengan cultivadas ininterrumpidamente.

El aumento de la conductividad eléctrica es uno de los mayores inconvenientes en el manejo de suelos sometidos a prácticas de producción intensiva (Nelson, 1991 y Papadopoulos, 1991) y reduce la eficiencia de la fertilización, lo que se manifiesta en la disminución de los rendimientos agrícolas.

Alfonso y Monedero (2004), lo refieren entre las formas de degradación cualitativa de los suelos, cuando se asocian a la disminución de su fertilidad, resultantes de incorrectas prácticas de manejo agrícola.

Respecto al contenido de fósforo asimilable, se observa que los valores iniciales se clasifican como altos para la producción hortícola, según Valdés Pérez *et al.*, (1995) e Irigoyen Duarte, (2005; comunicación personal).

O sea, que la aplicación del elemento, se ha hecho sin tomar en cuenta la fertilidad natural del suelo respecto al mismo: esto es expresión de una debilidad de estos sistemas de producción, ya que no cuentan con estrategias de manejo nutrimental desarrolladas en función de las características edafológicas del país. Monedero *et al.*, (2004), también han insistido en esa problemática, tras realizar estudios sobre cultivo protegido, en áreas

representativas de más del 85 % de los suelos, sobre los que se distribuyen esas instalaciones en las provincias habaneras.

Otro aspecto importante es que el exceso de P puede crear desbalances en el estado nutricional de los cultivos; también hay que tener en cuenta que los fertilizantes fosfóricos, según su origen, contienen Cd y que este elemento es un agente contaminante.

Muñiz *et al.*, (2004) han llamado la atención sobre esta situación, en suelos cubanos del mismo agrupamiento genético.

Respecto a la determinación del contenido de potasio intercambiable –una de las formas del elemento de mayor importancia en la nutrición vegetal–, los resultados de la caracterización inicial son altos, según Valdés Pérez *et al.*, (1995).

Esto admite una interpretación semejante a la hecha acerca del contenido propio de fósforo asimilable, en las áreas seleccionadas para colocar las instalaciones.

Los incrementos posteriores de K –debidos a la fertilización reiterada– pueden tener efectos negativos en la absorción radical de calcio y magnesio, por antagonismo intercasiónico y dar lugar a desbalances nutricionales en las plantas, (Valencia-Aristizábal y Arcila-Pulgarín, 1977; Papadopoulos, 1991).

Tabla II. Análisis microbiológico (microorganismos totales)

Área de la instalación	Concentración total (UFC/g de suelo)
Exterior	3.54 a 4.50 x 10 ⁷
Interior	3.18 a 6.85 x 10 ⁶

El empobrecimiento del suelo respecto a su contenido de materia orgánica juega un papel decisivo en los resultados que se muestran en la Tabla anterior. Autores como Chaveli *et al.*, (2004). Informan desequilibrios en la microflora de un suelo Ferrítico Rojo y cambios en las propiedades del mismo, como consecuencia del empleo de fertilizantes minerales en exceso, característico de las instalaciones de cultivo protegido.

El interés agronómico de la aplicación de materia orgánica en instalaciones de cultivo protegido, no está en los nutrientes que incorpora, los cuales pueden ser bajos, sino en las mejoras– influencias que ejerce sobre las características químicas, físicas, químico físicas y biológicas de los suelos– y por su tendencia a presentar bajos valores en los suelos cultivados de las regiones tropicales y subtropicales, de acuerdo con criterios de Hermoso, Torres y Farré, (2003).

En condiciones de cultivo protegido, se acrecientan los procesos de mineralización de la materia orgánica –fundamentalmente debido a las altas temperaturas, (Rivera, Martín y Pérez, 1999), que se alcanzan en el interior de las instalaciones– sin que sea una práctica común la reposición o aplicación de portadores de la misma al suelo.

Otro factor que afecta a la vida microbiana es la aplicación casi permanente de fertilizantes minerales. Riverol (1984) y Labrador y Altieri (1994) han planteado que el uso reiterado –y en el caso de esta tecnología, eventualmente excesivo – de agroquímicos impacta negativamente en los microorganismos del suelo: efectos residuales de los fertilizantes; variaciones en el pH y en el potencial REDOX; acumulación de sales, etc., (Flores-García *et al.*, 1995).

Esta tendencia no contradice la evidencia de que la fertilización mineral estimula al crecimiento y desarrollo de los microorganismos en el suelo – Guerrero *et al.*, (1998)– al proporcionar nutrientes indispensables para la actividad microbiana; si bien esto también implica el gasto creciente de las reservas energéticas del suelo –materia orgánica– y da lugar a la degradación del mismo, si no se efectúan aplicaciones complementarias de los correspondientes portadores orgánicos.

De hecho, aún en las condiciones de altas temperaturas propias de estos sistemas de cultivo, la actividad microbiana producto de la aplicación de los biofertilizantes puede resultar efectiva, cuando se realiza una adecuada fertilización órgano mineral.

Así, Dibut *et al.*, (2003) reportan respuestas favorables a la aplicación del biopreparado DIMARGÓN[®] sobre plantas de pimiento y tomate en condiciones de invernadero –45°C– en Murcia, España.

Esta es la base de la propuesta de Franzluebber, Zuberer y Mhons, (1995), al sugerir el uso de la actividad de la biomasa microbiana, como indicador o estimador de la fertilidad y calidad de los suelos.

Castañeda (2005, comunicación personal) también señala que la quimización de los suelos puede dar lugar al desbalance en la presencia y, consecuentemente en la actividad, de microorganismos autóctonos.

Es importante señalar que el agrupamiento genético al que pertenece el suelo en estudio representa, en las condiciones del país –según Martínez, Palenzuela y Chang, (1981)–, al de mayor intensidad cuantitativa y diversidad cualitativa respecto a los microorganismos heterótrofos presentes en la microflora natural de los suelos: eso permite esperar que la misma afectación en suelos de otros agrupamientos, –sobre los cuales también se distribuyen instalaciones de cultivo protegido en Cuba– resulte superior en magnitud y efectos. De ahí, la imperiosa necesidad de realizar estudios similares en estos sistemas productivos en función de atenuar las afectaciones aquí detectadas.

Los resultados analizados –Tablas I y II– sustentan el empleo de las variables evaluadas, como posibles indicadores de impacto para conocer el efecto que la tecnología ejerce sobre el agroecosistema suelo.

CONCLUSIONES

1. La aplicación reiterada de agroquímicos al suelo –de acuerdo con las normas vigentes para el manejo de la nutrición vegetal en la tecnología– impacta negativamente sobre la calidad agrícola de ese recurso natural, lo que se expresa en la disminución del contenido de materia orgánica y de la concentración total de microorganismos, así como en el incremento de la conductividad eléctrica y de las concentraciones de fósforo asimilable y potasio intercambiable, en el mismo.

2. Las variables contenido de materia orgánica; concentración total de microorganismos; conductividad eléctrica; concentración de fósforo asimilable y concentración de potasio intercambiable constituyen indicadores para el seguimiento o monitoreo del impacto de la agrotecnología, sobre la fertilidad natural del suelo.

REFERENCIAS.

- ALFONSO, C. A. y Milagros Monedero.** Uso, manejo y conservación de los suelos. --La Habana: ACTAF, 2004
- ARMENTA-BOJÓRQUEZ, A. D. et al.** Relaciones de nitratos y potasio en fertirriego sobre la producción, calidad y absorción nutrimental de tomate. *Revista Chapingo (Serie Horticultura)* 7 (1): 61 – 75, 2001
- CASTAÑEDA, RAFAEL F. INIFAT, MINAG. (Comunicación Personal), 2005.**
- CHAPMAN, H. D. y P. F. Pratt.** Métodos de análisis para suelos, plantas y aguas. --México, DF: Editorial Trillas, 1981.
- CHAVELI, P. et al.** Impacto del manejo agrícola del suelo en casas de cultivo. En: Congreso Científico del INCA (14: 2004, nov. 9-12; La Habana). Memorias CD-ROM. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, 2004. ISBN 959-7023-27-X.
- COMITÉ TÉCNICO DE NORMALIZACIÓN No. 3 Calidad del suelo.** Análisis químico. Determinación del por ciento de materia orgánica. –La Habana: Oficina Nacional de Normalización (NC 51), 1999.
- COMITÉ TÉCNICO DE NORMALIZACIÓN No. 3 Calidad del suelo.** Determinación de las formas móviles de fósforo y potasio. –La Habana: Oficina Nacional de Normalización (NC 52), 1999.
- COMITÉ TÉCNICO DE NORMALIZACIÓN No. 3 Calidad del suelo.** Determinación de la capacidad de intercambio catiónico y de los cationes intercambiables del suelo. –La Habana: Oficina Nacional de Normalización (NC 65), 2000.
- COMITÉ TÉCNICO DE NORMALIZACIÓN No. 3 Calidad del suelo.** Determinación de la conductividad eléctrica y las sales solubles totales en suelos afectados por la salinidad. Relación 1:5 suelo/agua. –La Habana: Oficina Nacional de Normalización (NC 112), 2001.

- DIBUT, B. et al.** Biofertilización: biotecnología indispensable para el desarrollo de la agricultura sostenible. En: Memorias III Congreso Internacional de Biotecnologías para la Región Latinoamericana (CINBIOS); Yucatán, 2003.
- DIBUT, B.** Biofertilizantes como insumos en Agricultura sostenible. Cosió Eds, México, 2005, 154pp.
- FLORES-GARCÍA, A et al.** Bioproducción de melón en campo. *Revista Chapingo (Serie Horticultura)* 4: 83-88, 1995.
- FRANZLUEBBER, A. J.; D. A. Zuberer y F. Mhons.** Comparison of microbiological methods for evaluating quality and fertility of soil. *Biol. Fertil. Soils.* 19: 135-140, 1995.
- GUERRERO, ANAELY et al.** Estudio microbiológico de un suelo bajo condiciones de fertilización mineral y labranza convencional. En: Ramírez, Neyda (ed.) Producción de Cultivos en Condiciones Tropicales. --La Habana: LILIANA, 1998. pp. 247 – 251.
- HERMOSO, J. M.; 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.
- HERNÁNDEZ, A. et al.** Nueva versión de la clasificación genética de los suelos de Cuba. --La Habana: Instituto de Suelos, 1999
- HERRERA, A. L.** Manual de medios de cultivo. --La Habana: Editorial Científico-Técnica, 1985.
- IRIGOYEN DUARTE, HAYDÉE** Servicio Suelos y Fertilizantes, MINAG (Comunicación Personal), 2005.
- ISO 4833:1991.** Microbiology general guidance for the enumeration of microorganisms-colony count technique at 30°C, 1991.
- ISO 6887:1993.** International standard microbiology-general guidance for the preparation of dilutions for microbiology examination, 1993.
- LABRADOR MORENO, JUANA y M. A. Altieri.** Manejo y diseño de sistemas agrícolas sustentables. *Hojas Divulgadoras* 6-7/94 --Madrid: Ministerio de la Agricultura, Pesca y Alimentación, 1994.
- LITTLE, T. y F. M. Jackson Hills.** Métodos estadísticos aplicados a la agricultura. --México, D. F.: Editorial Trillas, 1981
- MALNÉ, R. y F. Maroto.** Práctica de la fertirrigación de los frutales en riego localizado. En: Curso Máster Fertilizantes y Medio Ambiente. --Madrid: Universidad Autónoma de Madrid, 1994.
- MARTÍNEZ, ANGÉLICA;** Aurora Palenzuela e Irma Chang. Características biológicas de los principales suelos de Cuba. I. Microflora total. *Ciencias de la Agricultura* (9): 91-102, 1981.
- MATO, MARÍA ADRIANA.** Métodos de determinación de fósforo disponible y su utilidad para estimar los requerimientos de fertilizantes fosfóricos. En: Boletín de Reseñas (*Serie Suelos y Agroquímica*). --La Habana: CIDA, 14, 1989.
- MONEDERO, MILAGROS.** Evaluación del manejo de suelos Ferralíticos Rojos en casas de cultivo protegido de La Habana. En: Congreso Científico del INCA (14: 2004, nov. 9 -12; La Habana). Memorias CD-ROM. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, 2004. ISBN 959-7023-27-X.

- MORENO, J. M.** Modificaciones estructurales de suelos Ferralíticos Rojos bajo diferentes manejos. *Tesis en opción al título de Maestro en Ciencias del Suelo*. --La Habana: UNAH, 2002.
- MOYA, T. J. A.** Riego localizado y fertirrigación. --Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 1994.
- MUÑIZ, O. et al.** Contaminación por metales pesados en cultivos de importancia económica de la provincia La Habana: I. Papa. En: Congreso Científico del INCA (14: 2004, nov. 9 -12; La Habana). Memorias CD-ROM. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, 2004. ISBN 959-7023-27-X.
- NELSON, P. V.** Greenhouse operation and management. --New Jersey, USA: Prentice Hall, 1991.
- PAPADOPOULOS, A. P.** Growing greenhouse tomatoes in soil and in soilless media. En: Agriculture Canada Publication 1865/E. --Canada: Minister of Supply Services, 1991.
- PEREZ, A. y J. Domínguez.** Impactos de capacitación en las casas de cultivos protegidos. En: Segundo FORUM Tecnológico Especial de Cultivo Protegido. --La Habana, Diciembre 20 y 21, 2004.
- RIVERA, R.; Gloria Martínez y Darmys Pérez.** Efecto de la temperatura sobre la mineralización del nitrógeno de dos especies de abonos verdes en suelos Ferralíticos Rojos. *Cultivos Tropicales* 20 (2): 15-19, 1999.
- RIVEROL, M.** 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*. --La Habana: Intitulo de Suelos/MINAGRI, 1984.
- RODRÍGUEZ, C. et al.** Influencia de la inoculación con *Azospirillum brasilense* en trigo cultivado en suelos de la provincia de la Pampa Argentina. *Ciencias del Suelo* 14: 110 – 112, 2000..
- SQM COMERCIAL DE MÉXICO.** Fundamentos básicos de nutrición vegetal aplicados a la producción de hortalizas. Disponible en: <http://www.sqm.com> (Consultada: abril, 2005).
- VALDÉS PÉREZ, MAGALY et al.** Guía práctica para la interpretación del análisis químico de suelos. --La Habana: Instituto de Suelos (interno), 1995.
- VALENCIA-ARISTAZÁBAL, G. y J. Arcila-Pulgarín.** Efecto de la fertilización con N, P, K, a tres niveles en la composición mineral de las hojas del cafeto. *CENICAFÉ* 28(4): 119 – 138, 1977.
- VELASCO V., J.; R. Ferrera-Cerrato y J. J. Almaraz.** Vermicomposta, micorriza arbuscular y *Azospirillum brasilense* en tomate de cáscara. *Terra* 19: (3): 241 – 248, 2001.