

Estudio del rendimiento productivo del maíz (*Zea mays*) en suelos Ferralítico Amarillento Lixiviado en la provincia de Pinar del Río.

Study of the causes of low yields in the production of basic grains particularly in maize (*Zea mays*) in soils Leaching Ferralítico Beige Pinar del Río.

Idalma de la C. Betancourt Guerra. Universidad de Pinar del Río. idalma@upr.edu.cu

Resumen

La presente investigación constituye un Estudio de la producción de maíz (*Zea mays*) en suelos Ferralítico Amarillento Lixiviado en la CCSF Estelo Días de la provincia de Pinar del Río, en la etapa 2007-2013. Se identifican y analizan las causas que provocan el bajo rendimiento en el cultivo del maíz. Se realiza el diagnóstico, a partir de la entrevista, el análisis documental y la observación de la práctica agrícola. Además, se utiliza la Nueva Versión de la Segunda Clasificación Genética de los Suelos de Cuba de 1999, la Clasificación Agroproductiva, la matemática descriptiva y el análisis de laboratorio para determinar el contenido de la materia orgánica presente en las 73.44 hectáreas de suelos destinadas a la producción tabacalera y de granos en la CCSF Estelo Díaz. Se identifican las causas del bajo rendimiento en la producción de maíz. Por último, se determina que el laboreo tradicional o convencional, utilizado en la cooperativa, influye en la disminución de la fertilidad del suelo.

Palabras clave: maíz, *zea mays*, suelos Ferralítico Amarillento Lixiviado, CCSF Estelo Díaz, Pinar del Río, producción tabacalera, granos básicos, Fertilidad, laboreo tradicional, laboreo convencional.

Abstract

This research is a study of the production of maize (*Zea mays*) in soils Ferralítico Beige Leachate in CCSF Estelo Díaz in the province of Pinar del Rio between 2007-2013 period. Identifies and analyzes the causes of poor performance in maize. Diagnosis, after the interview, documentary analysis and observation of agricultural practice is performed. In addition, the New Version of the Second Genetic Classification of Soils of Cuba 1999, the Agroproductive Classification, descriptive mathematical and laboratory analysis is used to determine the content of organic matter in the soil 73.44 hectares intended for tobacco and grain production in the CCSF Estelo Diaz. The causes of low performance in maize production are identified. Finally, it is determined that the traditional or conventional tillage, used in the cooperative influence decreased fertility.

Keywords: maize, *mays zae* floors Ferralítico Beige Lixivated CCSF Estelo Diaz, Pinar del Río, tobacco production, basic grains, Fertility, traditional tillage, conventional tillage.

Introducción

En el contexto actual del siglo XXI, los desafíos como: la globalización, la crisis económica mundial, la crisis ambiental y el cambio climático son retos a enfrentar, a través de la ciencia y la utilización de tecnologías de producción, sin el deterioro de los recursos naturales. Estos retos están vinculados entre sí y tienden agravarse como resultado del cambio climático. La degradación de los suelos es, probablemente, el problema ambiental de mayor magnitud en el país, con implicaciones negativas para el sector socio económico Agroindustrial.

La producción de granos básicos, para la alimentación humana y animal, se desarrolla en la CCSF Estelo Díaz del municipio de Pinar del Río, en rotación con el tabaco *Nicotiana tabacum*, con el cultivo del maíz *Zea mays*, aprovechando los minerales que quedan en el suelo producto de la fertilización química aplicada al cultivo de tabaco. Esta alternativa ha sido realizada con el propósito de producir maíz seco para la alimentación animal la cual se ha implementado sin incorporación de abonos verdes y residuos orgánicos al suelo.

La rotación de cultivo se define como el uso conveniente, consecuente y oportuno de diferentes cultivos, sobre una misma superficie del suelo, dejando así plasmada en la definición, la importancia social, su protección para que pueda garantizar el valor económico de las

producciones en el tiempo. También es la ubicación de los cultivos en las dimensiones de tiempo y espacio, cultivos múltiples o consecutivos, para indicar en esencia la producción de dos o más cultivos en la misma superficie de suelo (Leyva, 1995)

Este tipo de sistema de rotación de cultivo se ha implementado por más de 20 años, con la utilización de labores de preparación de suelo por medio de la aradura y el gradeo invirtiendo el prisma de suelo para el control de las malas hierbas y la creación de las condiciones favorables para el establecimiento de los cultivos, son las principales razones que justifican el laboreo del suelo (Basch y Carvalho, 1997).

Las labores contribuyen a un cierto control de las plagas; muchos insectos colocan sus huevos en el suelo y allí evolucionan; al exponer la superficie interior del terreno al aire, muchas larvas quedan al alcance de los rayos del sol y de los pájaros, otras veces cuando las larvas están muy superficialmente, son colocadas a mayores profundidades cuando el prisma del suelo es invertido, dificultando su desarrollo final, pues la capa de suelo será demasiado grande y mueren. Lo mismo sucede con los huevos de muchos insectos.

También hay una acción contra los nemátodos, pues al virar el prisma de suelo, estos sufren deshidratación y mueren, especialmente cuando la labor se realiza con disco, pues al cortar este el suelo e invertir el prisma queda totalmente expuesto a la acción de los rayos solares (León et al 2005). Ante la presencia de nemátodos en el suelo es beneficioso invertir el prisma de suelo, mientras no ocurre esta situación no es recomendable ya que provoca efectos negativo en la fertilidad del suelo.

El sistema convencional de labranzas invierte el prisma del suelo, resultando que en el medio climático tropical, influyen negativamente en la fertilidad, ya que mezcla el horizonte superficial de mayor reserva natural de nutrientes, con las capas profundas menos fértiles. Además, forma piso de arado, capa compacta que disminuye la capacidad de infiltración del agua y favorece los procesos erosivos, unido al alto costo de los discos y rodamientos que utilizan los arados (Hernández 1999).

Por otra parte el tiempo de duración de la preparación de suelo es un indicador fundamental a medir en cuanto a la conservación del suelo ya que la duración de 90 días para la siembra nos dice el tiempo expuesto el suelo a los rayos del sol y a las lluvias, factores que aceleran el deterioro del suelo cuando no se encuentra cubierto, situación que caracteriza la preparación de suelo para plantar el tabaco, independientemente del sistema de rotación de cultivo con el maíz, la cual es considerada una planta esquilmanes por lo no deben repetirse con demasiada frecuencia en la misma superficie y deben ser sucedidas por plantas mejoradoras del suelo, en condiciones de suelos muy agotados podrían ser incorporadas como abonos verdes, previo a una siembra para obtener cosechas (Franke 1995).

La labranza convencional, según (Puentes 1980 y Hernández et al. 1980), tiene un efecto ecológico y económico negativo, elevado número de labores, altos gastos de energía y mano de obra y lo más importante, el perjuicio que produce a las propiedades físicas e hidrofísicas del suelo. (Santana et al. 1999) entienden por labranza convencional a un sistema altamente agresivo en el cual se utilizan herramientas tradicionales, frecuentemente en un número excesivo de pases sobre el terreno, con implementos que invierten el prisma como arados de rejas, discos y vertederas en la labranza primaria seguida del uso de gradas de discos; con este sistema se dejan pocos residuos en la superficie del suelo.

Los efectos negativos de la labranza convencional son físicos y químicos; físicos cuando la formación de costras, compactación general de la capa arable, formación de pisos de arados, mayor susceptibilidad a la erosión, menor infiltración de agua de lluvia, disminución del intercambio gaseoso, problemas de germinación en los cultivos y dificultades del desarrollo radical y biológico cuando los arados al invertir el prisma de tierra ubican los organismos superficiales en condición menos oxigenada, sucediendo lo contrario con las capas inferiores, al pasar nuevamente estos arados tienden a disminuir la población que viven en el suelo, quizás más importante aún es el encostramiento superficial que reduce la aireación del perfil, perjudicando a los organismos vivos (FAO, 1994 a).

La (FAO, 1994 b) ha identificado que una de las causas principales de la degradación de tierras, en varias partes del mundo, es la aplicación de técnicas de preparación de tierras y labranza inadecuadas; que conducen a un rápido deterioro físico, químico y biológico de gran proporción de suelo, trayendo como consecuencia un fuerte descenso en la productividad de los cultivos y el deterioro del suelo. Actualmente se presenta en CCSF de la provincia de Pinar del Río baja productividad en la producción de granos particularmente en el maíz seco oscilan los rendimientos entre 0.4 t/h y 0.5 t/h desde los últimos cinco años, donde utiliza labranza convencional para la preparación del suelo con inversión del prisma, utilización repetida y sin descaso de esquema de rotación de cultivo tabaco / maíz / tabaco, la no incorporación de abonos verde, residuos de cosechas, abonos orgánicos al suelo y siembra de otros granos básicos que se pueden establecer en estos suelos para la alimentación animal y humana. Se trazaron dos objetivos: a) Identificar las causas que provocan los bajos resultados en el cultivo y b) analizar las causas que provocan los bajos rendimientos de modo que permita la determinación e implementación de alternativas que contribuya al mejoramiento y conservación de los suelos e incremento de los rendimientos.

Materiales y métodos

Métodos utilizados:

- **Entrevista:** Se entrevista un total de 116 productores de la CCSF, para conocer las consideraciones de la producción de granos en la cooperativa. Lo cual permite identificar el destino de la producción y el estado actual de los recursos naturales.
- **Análisis documental:** Permite el conocimiento de los rendimientos obtenidos en la producción de tabaco y maíz durante el período 2007- 2013.
- **Observación.**
- **Matemática descriptiva** (análisis porcentual)
- **Metodología de muestro:** Se utilizó 73, 44 hectáreas de muestreo en disposición diagonal, a una profundidad de 20 cm. Se tomó 1 Kg de suelo representativo, por cada hectárea, para el trabajo de laboratorio.
- **Metodología de la nueva versión de la segunda clasificación genética de los suelos Cuba de 1999/ Metodología de clasificación Agroproductiva:** Para la clasificación de los suelos, y la determinación de los factores limitantes según el Instituto Provincial de Suelo de la provincia de Pinar del Río.

Se utiliza la **NC. No 52 de 1999** (expresión mg/100g), la **NC-ISO No.10390** de 1999 (expresión U), y la **NC. No 51 de 1999** para la determinación de las formas móviles de fósforo y potasio, de pH, y el porciento de acidez y materia orgánica, respectivamente.

Los análisis químicos, en su totalidad, se realizaron en el laboratorio del Instituto Provincial de Suelo de la provincia de Pinar del Río.

Resultados y discusión

La entrevista realizada a los productores permitió conocer la necesidad de utilizar en la producción de granos, técnicas de manejo sostenible, con vistas a hacer un uso correcto de los recursos naturales, y obtener buenos rendimientos. El análisis documental permitió constatar los bajos rendimientos, y la tendencia a su disminución. Por su parte, la observación *in situ* permitió el conocimiento de los suelos de pendiente ondulada y sus medidas de conservación, como: las barreras vivas en contorno, para evitar el arrastre de las partículas de suelo, el laboreo convencional, las prácticas culturales en la fertilización, control de plagas e implementos utilizados en la preparación del suelo. Por último, la clasificación de los suelos fue realizada en el Instituto Provincial de Suelo y arrojó lo siguiente:

Tipo de suelo: Ferralítico Amarillento Lixiviado.

Textura: Loam arenoso.

Profundidad efectiva entre 45 cm. y 55cm.

Pendiente: llano y ondulada (t2 y t5).

Erosión predominante: fuerte e2 con pérdida del horizonte B y mediana e3 con pérdida del horizonte "A "entre 25 y 75%)

Categoría agroproductiva: III y en algunos suelos alrededor del 10% con categoría II.

Humificación en la capa arable: poco humificado menor del 2,0%.

Factores limitante en los suelos: graviliosidad, fertilidad, acidez, erosión y pendiente.

La evaluación de tierras se define como el proceso de determinación y predicción del comportamiento de una porción de tierra usada para fines específicos, considerando aspectos físicos, económicos y sociales. Esta evaluación considera los aspectos económicos del uso propuesto, sus consecuencias sociales para las personas del área y del país en general y las repercusiones benéficas o adversas para el medio ambiente (FAO, 1976). Las clasificaciones agroproductivas se inscriben en el concepto de evaluación de tierras para un cultivo específico, constituyendo un procedimiento fundamental en la agricultura relacionada con la Edafología.

Por lo cual, se considera que existen tres grupos donde se insertan las propiedades del suelo. el primer grupo corresponde a las propiedades intrínsecas del suelo. En este se incluyen aquellas propiedades presentes en el suelo como resultado de los procesos de pedogénesis, frecuentemente, son de difícil modificación por el agricultor. Este tipo de factores limitantes determina la necesidad de "aprender a convivir" por la vía de la selección de cultivos, variedades tolerantes o la aplicación de prácticas de manejo especializadas.

En este grupo de factores limitantes se incluyen la profundidad efectiva, textura, pendiente, graviliosidad, baja capacidad de retención de humedad y nutrientes. Un segundo grupo de factores limitantes, generalmente, está relacionado con la presencia de condiciones favorables en el entorno, pero que pueden agravarse como resultado de un bajo nivel tecnológico del agricultor, donde se ubica la erosión y reacción del suelo.

En un tercer grupo de factores limitantes pueden incluir aquellas propiedades del suelo, relacionadas con el abasto de nutrientes, y que por defecto (deficiencia) o por exceso (toxicidad), pueden limitar el crecimiento y desarrollo de los cultivos agrícolas. Además, se incluyen las provocadas por la actividad productiva del hombre (Reyes et al. 2005), como la aplicación indiscriminada de fertilizantes químico, a través de fórmula completa, y aplicación de urea al suelo provocando desbalance y exceso de contenidos de fósforo y potasio en los suelos.

El contenido de materia orgánica se relaciona con el contenido de nitrógeno en los suelos. Su importancia se debe a que es un componente de la proteína, y de los compuestos orgánicos que favorece el crecimiento. Su deficiencia contribuye a los bajos rendimientos en el maíz, y su exceso, asociado a la madurez retardada, y resistencia frente a plagas y enfermedades.

Otro aspecto de interés, que influye en la pérdida de fertilidad en este tipo de suelo, y por consiguiente justifica los bajos rendimientos en el cultivo de maíz es la utilización de la labranza convencional considerada como factor de degradación del suelo. Se recomienda, el laboreo mínimo como sistema agrotécnico con el cual se disminuye la cantidad de pases de máquina sobre el campo, disminuyendo la compactación del suelo y la destrucción de la estructura, es un método ampliamente utilizado en el mundo para la conservación de los suelos contra la erosión hídrica, además de favorecer la conservación de la humedad (Rodríguez 1986). Además, reduce el potencial productivo de los mismos, además de disminuir las pérdidas por erosión (Altieri 1996a).

La labranza mínima o de conservación disminuye las pérdidas de suelo por la erosión así lo demostraron (Johanson 1979); (Klinski 1980); (Blair 1982); (Ellery 1982). En Cuba varios investigadores han demostrado el carácter antierosivo y conservador de este tipo de labranza entre los que se puede señalar a (Bouza et al 1981); (Porra y Otero 1984); (Cancio et al. 1990); (Riverol et al. 1990 y 1995) y (Cabrera et al. 1996). La rotulación sin invertir el prisma se emplean escarificadores ligeros que trabajan en la misma profundidad que las vertederas elimina la capa compactada debajo del horizonte arable que se forma como resultado del laboreo continuado, principales condiciones del aumento de los cultivos. (Riverol et al.1990) comprobó que la labranza sin inversión del prisma, con multiarado combinado con el tiller, reduce la erosión en un 50 %, además, disminuyó el tiempo de preparación a sólo 20 días y mejoró en un 10 % la infiltración del agua en el suelo. Lo que no sucedió en la cooperativa objeto de investigación.

Hoy, existe una nueva tendencia al uso de abonos verdes, principalmente mediante la siembra de especies leguminosas y gramíneas de crecimiento rápido, para conservar y aumentar la capacidad productiva de los suelos cultivados. En Cuba, a pesar de los resultados positivos de

investigación, no se ha extendido esta práctica a grandes superficies agrícolas. En este sentido, se destacan los trabajos realizados por (Cordero et al. 1984), (Fernández et al. 1989), (Riverol et al. 1990) y (Cabrera et al. 1996), sobre el efecto positivo en la conservación del suelo ante los procesos erosivos. Además de mejorar las propiedades del suelo, los abonos verdes fijan nitrógeno atmosférico a través de las bacterias que viven en simbiosis con las leguminosas (Pérez, 1984).

Bonilla (1992) señala que, los abonos verdes, constituyen una fuente apropiada de materia orgánica, sembrados independientes o combinados, en suelos erosionados. Por su parte, Wortner y Aldrich (1968), valoran la rotación de cultivos como un sistema antierosivo, productivo y mejorador del suelo, pero la repetición constante del sistema de rotación tabaco / maíz / tabaco seco establecido en cooperativas de la provincia de Pinar del Río acelera o contribuye al deterioro de los suelos, en particular, los suelos Ferralítico Amarillento Lixiviado.

Los resultados del análisis de laboratorio se reflejan en la Tabla 1 y 2 respectivamente.

Tabla1. Rangos de valores en que oscila el contenido de materia orgánica, acidez, fósforo y potasio por superficie de suelo.

Áreas (Ha).	Contenido de materia orgánica (%).	pH CLK	Contenido de P2O5 (Mg/100gs).	Contenido de KO2. (Mg/100gs).
19.4	0.36 - 1.79	4.1- 4.5	33.83 - 40.10	35.89 - 71.44
25.22	1.84- 2.35	4.0- 4.3	37.26- 41.10	37.27- 30.92
15.47	2.44- 2.94	5.0 - 5.5	36.30- 41.10	28.32- 31.13
13.35	3.07- 3.92	4.1- 4.8	23.15- 41.10	20.0 - 75-73

Tabla 2. Evaluación de rangos de valores del contenido de materia orgánica, acidez, fósforo y potasio por superficie de suelo.

Áreas (Ha).	Evaluación de la materia orgánica en %.	Evaluación de la acidez.	Evaluación del contenido de fósforo en el suelo.	Evaluación del contenido de potasio en el suelo
19.4	Bajo <2.09	Muy ácido < 4.6	P3 - P3 (alto)	K3 - K3 (alto)
25.22	Desde bajo hasta medio <2.09 – 4.0	Muy ácido < 4.6	P3 - P3 (alto)	K3 - K3 (alto)
15.47	Medio 2.1-4.0	Ácido a ligeramente ácido. 4.6- 5.5	P3 - P3 (alto)	K3 - K3 (alto)
13,35	Medio 2.1-4.0	Muy ácido a ácido. < 4.6 – 4.6	P2 - P3 (desde medio hasta alto)	K2 - K3 (desde medio hasta alto)

Los valores obtenidos reflejan el resultado del análisis de laboratorio de un área total de 73.44 hectáreas de la CCSF Estelo Díaz destinada a la producción de granos y de tabaco. Sus valores expresan los contenidos de materia orgánica, acidez, fósforos y potasio en el suelo.

La materia orgánica mejora las propiedades físicas del suelo, contribuye favorablemente a mejorar la estabilidad de la estructura de los agregados del suelo agrícola, serán más permeables los suelos pesados y más compactos los ligeros, aumenta la permeabilidad hídrica y gaseosa, y contribuye a aumentar la capacidad de retención hídrica del suelo mediante la formación de agregados.

Mejora las propiedades químicas, la materia orgánica aporta macronutrientes N, P, K y micronutrientes, y mejora la capacidad de intercambio de cationes del suelo. Esta propiedad consiste en absorber los nutrientes catiónicos del suelo, poniéndolos más adelante a disposición de las plantas, evitándose de esta forma la lixiviación. Mejora además la actividad biológica del suelo la materia orgánica del suelo, actúa como fuente de energía y nutrición para los microorganismos presentes en el suelo. Estos viven a expensas del humus y contribuyen a su mineralización. Una población microbiana activa es índice de fertilidad de un suelo (Peña et al.2002)

En total, el 50 % de la superficie total analizada, que representa 43.62 hectáreas, posee nivel de materia orgánica bajo, sólo el 39.24 % que representa 28.82 hectáreas, posee nivel de materia orgánica medio. Independientemente de sus características físicas, el ritmo de deterioro es acelerado por la actividad del productor. En la superficie de suelo total existen altos contenidos de fósforo y potasio que en exceso es tóxico para el cultivo y repercute en los rendimientos.

Según (Pastor 1980 a) las rocas al transformarse en suelos conservan en muchos casos algunas de las propiedades originales, y si poseen carácter ácido, el suelo también poseerá carácter ácido, como suceden en gran número de la provincia de Pinar del Río e Isla de la Juventud. En la siembra y producción de plantas, para lograr buenos rendimientos en las cosechas, hay que tener en cuenta que aquellas no se comportan igual en suelos que tienen distinta reacción, ya sea ácida o alcalina; que cada planta requiere un tipo de reacción, en la tierra existen millones de microorganismos que realizan importantísima actividades en descomposición de la materia orgánica, relacionada con la transformación y uso de las sustancias nutritivas del suelo por las plantas a través de sus raíces y que dichos microorganismos también son sensibles a la reacción del suelo. La planta de maíz es un ejemplo de adaptabilidad a las condiciones de suelos pero sus rendimientos son afectados en la cooperativa debido a la poca utilización de prácticas culturales en beneficio de la fertilidad del suelo por parte de los productores.

De la reacción del suelo depende también el grado de asimilación de muchos elementos químicos que la planta necesita para su nutrición y también la existencia de otras que pueden resultarle tóxica, como sucede con el aluminio, el hierro y el manganeso, los cuales al producirse provocan una reacción alcalina fuerte en el suelo, de igual modo. Muchas enfermedades pueden evitarse o controlarse variando la reacción del suelo, llegan hacer perjudiciales a la planta. El fósforo disponible en muchos suelos es considerable cuando el suelo es neutro o ligeramente ácido, pero disminuye su asimilación para la planta en suelo de reacción alcalina. Las labores influyen de modo directo en la modificación de la reacción del suelo, porque hacen más difícil la penetración del agua y el aire, activando la vida microbiana. Muchas plantas en un suelo con determinado grado de acidez o alcalinidad, no prosperan ni se desarrollan vigorosamente, por sembrarlas en un suelo con pH adecuado, o variando el existente con la adición de materiales encalantes, tendrán un desarrollo completamente diferente y en consecuencia obtendrán mayor rendimiento. El pH se puede definir como el grado de acidez y basicidad presenta un suelo (Pastor, 1980 b).

Conclusiones

Las principales causas identificadas en el estudio que provocan el bajo rendimiento en la producción de maíz:

- Aplicación indiscriminada de fertilizantes químicos que provocan desbalances en su contenido en el suelo.
- Los bajos contenidos de materia orgánica.
- Repetida rotación con el cultivo de maíz por más de 10 años.
- Falta de sistema de asociación del maíz con especies leguminosa o abono verde.
- Utilización del laboreo tradicional o convencional.
- Insuficiente aplicación de enmiendas calcáreas para la reacción muy ácida en el suelo.

El estudio permitió determinar la relación entre el laboreo tradicional o convencional utilizado en la cooperativa, y su influencia en la disminución de la fertilidad del suelo, a medida que se incrementa la utilización del laboreo tradicional o convencional, y las prácticas culturales asociadas a este tipo de agricultura.

Recomendaciones

El estudio de las causas que provocan el bajo rendimiento en la producción de maíz en suelos Ferralítico Amarillento Lixiviado en la CCSF Estelo Días de la provincia de Pinar del Río, en la etapa 2007-2013 propone la implementación del manejo integral de la fertilidad del suelo en la producción de granos, de manera participativa, con vistas al mejoramiento de los resultados de los productores, y la conservación del suelo.

Bibliografía

- Altieri, M. A. 1996. Bases agroecológicas para una agricultura sostenible. En Agroecología y Agricultura Sostenible. Módulo 1. Edición (CLADES- CEAS- ISCAH) La Habana.
- Altieri M, A. 1995. El estado del arte de la agroecología y su contribución al desarrollo rural en América Latina. CLADES, Universidad de California.
- Álvarez, M., M. García y E. Treto. 1995. Los abonos verdes una alternativa natural y económica para la agricultura. Revisión Bibliográfica. Cultivos Tropicales. INCA.
- Bonilla, J. A. 1992. Fundamentos da agricultura ecológica. Sobrevivencia e cualidad de vida. Edición Nobel. S.A. Sao Paulo.
- Bouza, H., L. M. Herrera, C. Torres, E. Iznaga y V, E. Vladimirov. 1981. Utilización de la labranza mínima en los suelos tabacaleros de la Provincia de Pinar del Río, Ciencias Agrícola Barcelona, España.
- Carson, Rachel. 1964. Primavera Silenciosa. Luis de Caralt. Ed.
- Elizabeth Peña Turruella, Miriam Carrión, 2002. Manual para la producción de abonos orgánicos.
- Funes, F. 2001. El movimiento cubano de agricultura orgánica. Transformando el campo cubano. Avances de la agricultura sostenible. ACTAF- Food First- CEAS. La Habana, Cuba.
- Monzote, Marta. 2000. Agricultura Orgánica. Paradigma del Siglo XXI. Agricultura Orgánica. 6:1:7-10.
- Primavesi, Ana M. 1996. La importancia de la Agricultura Orgánica. Boletín Programa Social Agropecuario: 9.R
- Pastor Morales Juan 1980 Suelos y Agroquímica.
- Pérez, C. 1989. La erosión del Suelo. Causas, efectos y control. CIDA. La Habana
- Porras, P. y A. Otero. 1984. Labranza mínima y uso racional de abono orgánico. CIMCT. MCTMA. Pinar del Río