

Utilización de prácticas agrícolas como estrategia efectiva para mitigar la degradación de los suelos e incrementar la captura de carbono

Albaro Blanco Imbert¹, Illovis Fernández Betancourt², Teudys Limeres Jiménez³, Marianela Cintra Arencibia⁴, José Fuentes Quintana⁵, Roberto Sanchez Rojas⁶, Antonio Barzaga Lobaina⁷ & Abel Castillo Duran⁸

Fecha de recibido: 03 de octubre

Fecha de aceptado: 16 de diciembre 2016

RESUMEN

Se presentan los resultados de la utilización de prácticas para prevenir o mitigar la degradación de los suelos e incrementar la captura de carbono. El estudio se desarrolló en la finca “Los Bárzaga”, en la provincia Guantánamo, donde el mal drenaje, la baja fertilidad y erosión del suelo, afectan el 90% del área, ocasionando una mayor manifestación de los procesos de degradación y disminución de los resultados productivos. Se establecieron medidas de conservación y mejoramiento de suelos atendiendo a los factores limitantes identificados y se evaluaron índices físicos y químicos además de monitorear la reserva de carbono. Las prácticas aplicadas (barreras vivas, barreras muertas, corrección de cárcavas y tranques) permitieron disminuir la pérdida de suelos en 62 t. ha⁻¹, ocasionando cambios positivos en los índices físicos densidad aparente, velocidad de infiltración y compactación, así como en el contenido de nutrientes. Igualmente se incrementó la reserva de carbono en el suelo 20.67%.

PALABRAS CLAVE/: degradación, preservación, reserva de carbono, erosión, barreras vivas

¹ Ingeniero Agrónomo, MsC, investigador Auxiliar, Departamento de investigación, Instituto de suelos UCTB Guantánamo: investigacion2@suelos.gtm.minag.cu

² Ing. forestal, investigador Auxiliar, Departamento de investigación, Instituto de suelos UCTB Guantánamo: investigacion@suelos.gtm.minag.cu

³ Ingeniero Agrónomo, MsC, investigador Agregado, Drtor del Instituto de suelos UCTB Guantánamo: director@suelos.gtm.minag.cu

⁴ Lic. En Informatica, investigador Auxiliar, Jefa del Departamento de investigación, Instituto de suelos UCTB Guantánamo: gropinv@suelos.gtm.minag.cu

⁵ Ingeniero Agrónomo, especialista de ciencia y técnica, Departamento de investigación, Instituto de suelos UCTB Guantánamo: serviciostecnicos2@suelos.gtm.minag.cu

⁶ Ingeniero agrónomo, especialista de ciencia y técnica, Departamento de investigación, Instituto de suelos UCTB Guantánamo: serviciostecnicos1@suelos.gtm.minag.cu

⁷ Técnico Agrónomo, productor de la CCS Mariana Grajales

⁸ Técnico Agrónomo. Departamento de investigación, Instituto de suelos UCTB Guantánamo: investigacion1@suelos.gtm.minag.cu

Agricultural Practices to Mitigate Soil Degradation and Increase Carbon Capture

ABSTRACT

The results from practices implemented to prevent or mitigate soil degradation and increase carbon capture were presented in this paper. The study was made on "Los Barzaga" farm, in the province of Guantanamo, where poor drainage conditions, low soil fertility and erosion affect 90% of the area, causing greater degradation and reduction of production. Several preservation and soil improvement procedures were established, considering the limiting factors identified. The physical and chemical indexes were evaluated, and carbon reserves were monitored. The practices implemented (live and dead barriers, rill and reservoir correction), contributed to a reduction of 62 t. ha⁻¹ of soil loss, with positive changes in apparent density, infiltration and compacting velocity, and nutrient content. Additionally, soil carbon increased (20.67%).

KEY WORDS/: degradation, preservation, carbon reserves, erosion, live barriers

INTRODUCCIÓN

La degradación de tierras es en su sentido más amplio, uno de los principales problemas con que se enfrenta el mundo, esta se define generalmente como una reducción temporal o permanente en la capacidad de producción de la tierra o la disminución acumulada del potencial productivo, el cual puede ser resultado de procesos naturales, antrópicos o una combinación de ambos (Semarnat, 2011).

Las causas de la degradación de tierras son múltiples, pero la gran mayoría se originan del mal manejo que se les han dado, su explotación inadecuada como las prácticas agrícolas poco sustentables, el sobrepastoreo y la deforestación. También se aduce que la tenencia de la tierra juega un papel muy importante pues existen pocos o ningún tipo de incentivo para invertir en el manejo sustentable de la tierra y se suele más bien utilizar para la satisfacción de necesidades en el corto plazo.

En Cuba como en la mayoría de los países de la región tropical, la agricultura se ve comprometida por los efectos ocasionados por la degradación de los suelos y su insuficiente atención, por lo que es imprescindible detener los procesos que la ocasionan (Ministerio del Agricultura, 2001 y Vargas, 2008) y establecer sistemas agrícolas capaces de satisfacer la creciente demanda de alimentos para la población.

Tal es el caso de la provincia Guantánamo, donde la erosión hídrica constituye la mayor manifestación de degradación de los suelos al apreciarse en diferentes intensidades en extensas áreas (428 189.77ha de muy fuerte a media), por lo que se considera que el 70% de sus suelos están erosionados (erosión actual), (Ministerio de la Agricultura, 2008), ya que la mayor parte estos, forman parte de ecosistemas frágiles, en los cuales el desarrollo agrícola depende de un alto grado de eficiencia y cuidado para no romper el equilibrio existente, por lo que se hace necesario, aplicar prácticas agrícolas que permiten un mejor manejo de los suelos para aumentar su productividad.

Atendiendo a la necesidad de brindar mayor atención y dar la debida prioridad a la protección y uso racional de los recursos naturales, con vista al enfrentamiento y adaptación a los efectos del cambio climático, en nuestra provincia se establece el Programa Nacional de Conservación y Mejoramiento de Suelos, el cual centra su atención en los procesos que tienen mayor incidencia en la degradación de los suelos y donde la acción antropogénica tiene una participación activa (Ministerio de la Agricultura, 2008), además que su correcta implementación, puede ayudar a mitigar el cambio climático al reducir las emisiones de la agricultura, al almacenar el carbono en la biomasa de las plantas y de los suelos (Michel, 2002).

Un ejemplo de implementación del programa de mejoramiento y conservación de suelos, lo constituyen la Cooperativa de Crédito y Servicios Mariana Grajales Cuello, en el municipio Guantánamo, donde casi la totalidad de sus áreas presenta alguna categoría de erosión, que unido a los problemas de mal drenaje y baja fertilidad provocan resultados productivos por debajo de lo esperados, ocasionando pérdidas considerables de las producciones y disminución de la fertilidad de los terrenos. Es por ello que el presente trabajo pretende brindar los resultados alcanzados con la utilización de prácticas de mejoramiento y conservación de suelos como herramienta para prevenir o mitigar su degradación e incrementar la captura de carbono.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolló en el periodo 2013-2015, en la finca Los Barzaga, perteneciente a la Cooperativa de Crédito y Servicios Mariana Grajales Cuello, en la provincia Guantánamo, donde los problemas de mal drenaje, baja fertilidad y erosión de los suelos, afectan el 90% del área, ocasionando una mayor manifestación de los procesos de degradación y disminución de los resultados productivos.

Atendiendo a los resultados de la caracterización del área realizada según el manual de procedimiento Manejo Sostenible de Tierra (Urquiza *et al.*, (2011), se estableció un plan de manejo con acciones de conservación y mejoramiento de suelos que permitieran modificar su estado inicial, las cuales se realizaron según lo establecido en la norma cubana de Calidad del suelo (Ministerio de la Agricultura, 2010 y Fuentes *et al.*, 2004).

Se establecieron parcelas de muestreo de 25 m², a las cuales inicialmente se le determinaron las propiedades físicas (densidad aparente, humedad, resistencia a la penetración) y químicas (MO, P, K, pH, CO₃), estas fueron analizadas en el laboratorio de la Estación Provincial de Suelos Guantánamo y monitoreadas en el tiempo para establecer una comparación y definir los cambios ocurridos en el suelo atendiendo al manejo establecido.

Para los análisis de los indicadores químicos y físicos se emplearon los métodos siguientes:

Químicos: las muestras se tomaron en la capa arable del áreas bajo estudio (0 – 20 cm)

pH (H₂O) por el método potenciométrico, con relación suelo: solución de 1:2.5, (NC 32, 2008).

Materia orgánica (% M.O.) por la Metodología para las determinaciones químicas a muestras de abonos orgánicos. 1988.

Carbono (C): % de MO/ 1,724.

Fósforo y potasio asimilable (mg.100g-1) por extracción con carbonato de amonio al 1%, con solución de suelo 1:20 (NC 52, 1999).

Físicos:

Humedad. Método gravimétrico, por medio de la estufa, a 105°, hasta que las muestras alcanzaron peso constante (NC 110 -2010) y (Hernández, 2007).

Densidad de volumen o aparente (Da g.cm⁻³), por el método de los cilindros en el campo, utilizando cilindros de 100 cm³ de volumen, (NC ISO 10272 -2003) (Hernández, 2007) y clasificación por Rivero *et al.*, (1990)).

Velocidad de infiltración. Método USDA, (1999)

Resistencia a la penetración: Penetrómetro, marca Eikelkamp.

El cálculo de las reservas de carbono se realizó a partir de la fórmula:

$$RC (t ha^{-1}) = \%C * da * h$$

Dónde: %C es el porcentaje de carbono; (da) es la densidad aparente y (h) es la profundidad o espesor de la capa que se determine.

Pérdida de suelos: a partir del volumen de suelos atrapado detrás de la barrera (t. ha⁻¹), la cual se estima al medir la profundidad del suelo depositado y el área sobre la que se deposita (Urquiza *et al.*, 2011).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La finca Los Barzaga, perteneciente a la Cooperativa de Crédito y Servicios Mariana Grajales Cuello, presenta una superficie agrícola de 18.1ha distribuida sobre un suelo Pardo Sialítico, Gléyico Lavado (Hernández *et al.*, 1999), de topografía llana y drenaje deficiente, donde la vegetación es muy variada y las precipitaciones se tornan escasas, con predominio de las altas temperaturas, donde se explotan fundamentalmente los cultivos de tomate, cebolla, plátano fruta bomba, guayaba, maíz y frijón.

Los resultados del diagnóstico inicial arrojaron la necesidad de establecer un conjunto de medidas de mejoramiento y conservación de los suelos que permitiera detener o mitigar el proceso de degradación de los mismos, y a la vez recuperar su capacidad productiva (figura 1).

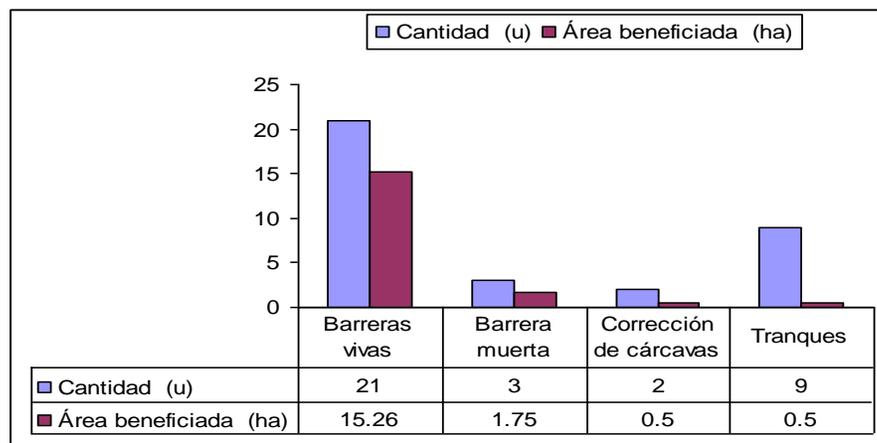


Figura 1. Medidas sencillas de conservación de suelos establecidas en la finca los Barzagas. CCSF Mariana Grajales Cuello, Guantánamo, Cuba.

El establecimiento de barreras vivas con cultivos como la piña (4 barreras que alcanzan 190 metros de largo); caña de azúcar (10 de 589m), kingrass (2 de 100m), maíz (2 de 160m), plátano (1 de 95m) y sorgo (2 de 20m), resultaron las medida más empleadas y la que mayor área benefició, seguido de las Barreras muertas, las cuales se construyeron utilizando piedras y restos de cosechas, mientras que para los tranques se utilizaron troncos de árboles.

La construcción y rehabilitación de los canales de drenaje y la independencia hídrica de los campos resultaron otras de las medidas establecidas, que lograron mayor repercusión en el mejoramiento de las condiciones presentes en este suelo, al permitir incorporar a la producción, aquellas áreas que se encontraban afectadas por un excesivo encharcamiento, proporcionándoles mejores condiciones para el desarrollo de los cultivos y la mejora paulatina de la fertilidad del suelo.

Se logró un incrementó del número de áreas tratadas con fuentes orgánicas (figura 2), con destaque para la utilización de estiércol vacuno, equino y ovino, con los cuales se realizaron las mayores aplicaciones (318t) y se beneficiaron la mayor cantidad de hectáreas (18ha). Conjuntamente se aplicaron 29 toneladas de compost y 7t de humus de lombriz, además de la utilización de abonos verdes y biopreparados como Azotobacter, Rhizobium, humus líquido y el Fitomas.

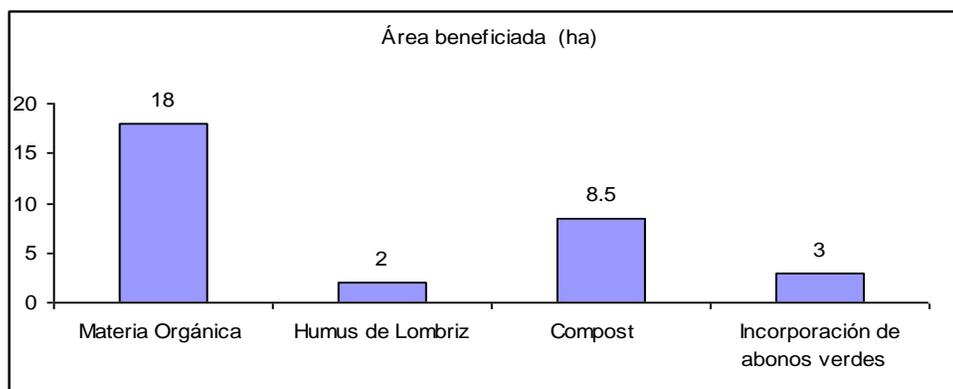


Figura 2. Área beneficiada a partir de la aplicación de abonos orgánicos en la finca Los Barzaga. CCSF Mariana Grajales Cuello, Guantánamo, Cuba.

Lam utilización de materiales orgánicos favorecen las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos, debido a que la materia orgánica aporta nutrientes, e influye en la porosidad (John *et al.*, 2004); además, según Díaz y Cairo (2004) a mayor contenido de materia orgánica, mayor estabilidad estructural y mayor rango de tempero del suelo, modificándose sensiblemente la fertilidad del suelo, influyendo positivamente sobre la estructura, permitiendo mejores condiciones para los cultivos.

La reforestación es considerada una de las medidas que más contribuye al cuidado de la degradación de los suelos por efecto de la erosión (Fuentes, 2002 y Marrero, Riverol y Aguilar, 2006), elementos que fueron considerados para incrementar la superficie boscosa de la finca, al reforestarse 1.75ha con 1575 árboles frutales y forestales. La construcción de 4 km de cerca viva

también contribuyó al aumento de este indicador. La correcta implementación de las medidas de mejoramiento y conservación de suelos permitieron lograr mejoras en el estado actual del suelo, al evidenciarse cambios positivos en los indicadores químicos y físicos evaluados.

Los indicadores químicos evaluados al suelo (Tabla 1) manifiestan incrementos en los contenidos de materia orgánica y fósforo, lo que indica cierta mejora de la fertilidad, aunque el potasio disminuye su valor.

Tabla 1. Comportamiento de diferentes indicadores químicos del suelo en la finca “Los Barzaga”. CCSF Mariana Grajales Cuello, Guantánamo, Cuba.

Profundidad	M.O (%)		P ₂ O ₅ (mg.100g ⁻¹)		K ₂ O (mg.100g ⁻¹)		pH (KCl)	
	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
0-20	2.85	4.0	29.2	30.2	45.9	40.1	6.59	6.12

Los resultados logrados guardan relación con los aportes que realizan los abonos orgánicos empleados y las mejoras que proporcionan las medidas de conservación de suelos establecidas, las cuales de forma conjunta permiten promover el reciclaje de nutrientes, el aporte de nitrógeno y el mantenimiento o aumento de los niveles de materia orgánica en el suelo. Criterios similares fueron reportados por Benítez y Friedrich (2009), quienes señalan que los abonos orgánicos incrementan la retención de los nutrientes del suelo disponibles para las plantas.

Los resultados de los análisis de los indicadores físicos (Tabla 2), arrojaron una mejoría de las condiciones físicas del suelo, al disminuir los valores de densidad aparente y compactación e incrementarse los de velocidad de infiltración. La densidad aparente que al inicio se clasificaba como alta a muy alta (Rivero *et al.*, 1990), luego de establecida las diferentes prácticas de manejo mostró valores que la clasifican de media a alta en ambas profundidades. La velocidad de infiltración aumentó (USDA, 1999), mientras que la resistencia a la penetración disminuyó.

Tabla 2. Comportamiento de diferentes indicadores físicos del suelo en la finca Los Barzaga. CCSF Mariana Grajales Cuello, Guantánamo, Cuba.

Profundidad	da (g.cm ⁻³)		Humedad (%)		VI (cm.hr ⁻¹)		Resistencia a la penetración (Kg.cm ⁻²)	
	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
0-20	1.42	1.25	29.68	29.0	3.81	38.10	41.5	19.2
20-40	1.50	1.30	19.72	33.1			60	19.5

En sentido general los resultados alcanzados evidencian mejoras en estado de suelo, al encontrarse cambios positivos debido a la acción conjunta de las prácticas de manejo empleadas, las cuales proporcionan una mayor porosidad del suelo, aeración y una disminución de la compactación, que de conjunto con el incremento de su fertilidad, permiten elevar la capacidad productiva de suelo. Resultados similares fueron reportados por Font (2008), quien a partir del establecimiento de medidas de conservación de suelos mejoraron la calidad de los mismos, reportándose beneficios,

al incrementarse los rendimientos al cabo de los dos años, lo que hace el sistema de manejo sostenible.

Bugarín *et al.*, (2010), destacaron variaciones en los valores de la densidad aparente de un suelo con diferentes formas de manejo, e indican que estos cambios pueden ser atribuidos a la no mecanización y al efecto benéfico de la alta cobertura vegetal. Mientras que Figueredo *et al.*, (2004), encontraron un mejoramiento, de manera general, de las propiedades físico químicas del suelo con la aplicación del método biointensivo de agricultura orgánica.

La reserva de carbono en el suelo a partir de las prácticas de conservación implementadas (Tabla 3) se incrementaron a 12 t.ha^{-1} para un promedio de 4 t.ha^{-1} anuales, en el periodo evaluado.

Tabla 3. Comportamiento de la reserva de carbono en un suelo Pardo Sialítico, Gléyico Lavado, a partir de la implementación de prácticas de conservación de suelos

Profundidad	M.O (%)		CO (%)		Da (g.cm^{-3})		RCO (t.ha^{-1})	
	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
0-20	2.85	4.0	1.65	2.32	1.42	1.25	46.00	58.00

Los resultados obtenidos guardan relación con las mejoras que proporciona la correcta implementación de las prácticas de conservación de suelo, las cuales influyen de manera directa en el mejoramiento de estos, al aumentar el contenido de materia orgánica, disminuir la erosión, y el excesivo laboreo del suelo, acciones que permiten contrarrestar los elementos considerados como fundamentales en la pérdida de las reservas de carbono de los suelos en el mundo (Leemans, 1999 citado por Ortega, Fernández y Volpedo, 2009)

Al respecto Michel (2002), afirma que la aplicación de estiércol al suelo había llevado a la duplicación del contenido del carbono orgánico, provocando mejoras en los suelos por medio de la acumulación de materia orgánica. Igualmente destaca que todas las prácticas dirigidas a la acumulación de carbono en las tierras cultivadas también restauran los suelos degradados o previenen la erosión.

De manera general el establecimiento de las medidas de conservación y mejoramiento de suelos, permitió disminuir el movimiento de las partículas de este a través del campo, al encontrarse alrededor de 62 t. ha^{-1} atrapado en las barreras, evitando así las perdidas constantes de suelo a la cual estaban sometidas estas áreas, e incrementar sus resultados productivos, donde cultivos como la cebolla, el maíz, el tomate y el plátano, incrementan sus producciones por encima del 20% .

CONCLUSIONES

Las medidas de mejoramiento y conservación de suelos realizadas permitieron disminuir la pérdida de suelos en 62 t. ha^{-1} , ocasionando cambios positivos en los índices físicos densidad aparente, velocidad de infiltración y compactación, además de incrementar el contenido de nutrientes y la reserva de carbono en el suelo en un 20.67%.

REFERENCIAS

- Benítez J. y Friedrich T. (2009). Manual de Prácticas Integradas de Manejo y Conservación de Suelos. Boletín de Tierras y Aguas de la FAO. Recuperado de http://www.fao.org/ag/ags/AGSE/agse_s/7mo/iita/C1.htm.
- Díaz, B. y Cairo, P. (2004). El sistema silvopastoril como una alternativa para el mejoramiento estructural y consistencia del suelo Pardo Mullido medianamente lavado. En Resúmenes XIV Congreso Científico INCA, p. 130.
- Figueredo, M., Cuevas, M., Serrano, M. E., y Hernández, J. A. (2004). Producción de alimentos y conservación del suelo y biodiversidad mediante la agricultura orgánica biointensiva. En Resúmenes XIV Congreso Científico INCA, p. 63.
- Font. L. (2008). Estimación de la calidad del suelo: Criterios físicos, químicos y biológicos. Tesis presentada en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. C. Habana, 105pp.
- Fuentes, A. Martínez F. Cancio, R. (2004). Conservación, Mejoramiento y Fertilización de suelos. C: Habana: AGRINFOR, 64pp.
- Fuentes, A., Martínez, F., Martínez, M. Páez, O., Castellanos, N., Couso, P y Fuentes, E. (2002). La conservación y el mejoramiento de suelos. Ministerio de la agricultura, Instituto de suelos, Cuba, 24pp.
- Hernández, J. A., Pérez, J. J. M., Bosch, I. D., Rivero, R. L., Camacho, D. E. y otros. (1999). Nueva Versión de Clasificación Genética de los suelos de Cuba. Editorial Agrinfor. Ciudad de la Habana, 64pp.
- John, C. M., Velásquez, M., Alonso, J. A., Vantour, A., Salomón, S., Pino, N., Almogueva A., y Vera, O. L. (2004). Estudio de factibilidad para el empleo de algunos materiales orgánicos y minerales en la elaboración de fertilizantes ecológicos. En Resúmenes XIV Congreso Científico INCA, p. 62.
- Marrero, A., Rivero, M. y Aguilar, Y. (2006). El suelo, el agua y el manejo forestal. Taller nacional para la capacitación de extensionistas en las principales medidas para contrarrestar los efectos de la degradación del suelo en áreas forestales. Ministerio de la agricultura. Habana. Cuba, 82pp.
- Mesa, A. y Mesa, A. (1993). AGRO24. Sistema para el cálculo del potencial productivo de los Suelos. Versión 4.0. Agrosoft, CNSF. MINAG.
- Ministerio de la Agricultura. (2001). Programa Nacional de Mejoramiento y Conservación de Suelos. Instituto de Suelos. AGROINFOR. Agencia de Información y Comunicación para la Agricultura. La Habana, 39pp.
- Ministerio de la Agricultura (2008). Programa de conservación y mejoramiento de suelos de la provincia Guantánamo. Guantánamo, Cuba, 19pp.

Ministerio de la Agricultura. NC 881 (2010). Medidas sencillas de conservación de suelos. Requisitos generales, 6pp.

Ortega, F., Fernandez, L., y Volpedo, A. (2009). Efecto de los cambios Globales sobre el ciclo del carbono. RED CYTED 406RT0285 “Efecto cambios globales sobre los humedales de Iberoamérica”. ISBN: 978-987-96413-7-8, 145pp.

Semarnat. (2011). Estrategia Nacional de Manejo Sustentable de Tierras. México. Revisado en www.Semarnat.gob.MX. ISBN: 978-607-7908-42-5.

Urquiza, Nery., Alemán, C., Flores, L., Ricardo, Maria. Paula y Aguilar Yulaidis. (2011). Manual de procedimientos para el Manejo sostenible de Tierra. Programa de asociación de País para el apoyo al Programa Nacional de Lucha contra la Desertificación y la Sequía. CIEGA, 186pp.

Vargas, S. (2008). Rediseño, manejo y evaluación de un agroecosistema de pastizal con enfoque integrado para la producción de leche bovina. Tesis de doctoral, Universidad Central de Las Villas, Cuba, 110 pp