



EVALUACIÓN DEL CONFLICTO DE USO AGRÍCOLA DE LAS TIERRAS A PARTIR DE SU APTITUD FÍSICA COMO CONTRIBUCIÓN A LA EXPLOTACIÓN SOSTENIBLE

Evaluation of conflict of agricultural land use from their fitness as a contribution to sustainable development

María del C. Falcón Acosta[✉], Heriberto Vargas Rodríguez, Fabienne Torres Menéndez y Lázaro Herrera Blen

ABSTRACT. The analysis of usage conflict was carried out by means of the land suitability for the main crops of economical importance in the Unidad Básica de Producción Cooperativa UBPC “LV Aniversario de la CTC” (potato (*Solanum tuberosum* L.), sweet potato (*Ipomoea batatas* Poir.), beans (*Phaseolus vulgaris* L.), tomato (*Lycopersicon esculentum* P. Miller.) y corn (*Zea mays* L.)), in order to avoid over exploitation and also strengthen the management of the agricultural system. The land evaluation was based on a FAO scheme (2007) leaned on ALES software. It was supported on models of knowledgements created using relevant information developed by spacial data. As a result of the evaluation, it was evident that the main qualities that limit the productivity of the soils are rooting conditions, oxygen requirements, water requirements and erosion hazard. Besides, it was discovered that the 29,74 and 25,58 % of all the evaluated grounds face medium and high conflict, respectively. If mean that there is a need of making a territorial order to the analyzed scenary.

Key words: land evaluation, land suitability, soil conservation

RESUMEN. Se realizó el análisis del conflicto de uso a partir de la aptitud física de las tierras para los principales cultivos de importancia económica en la Unidad Básica de Producción Cooperativa (UBPC) “LV Aniversario de la CTC” (papa (*Solanum tuberosum* L.), boniato (*Ipomoea batatas* Poir.), frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), tomate (*Lycopersicon esculentum* P. Miller.) y maíz (*Zea mays* L.)), como base para evitar la sobreexplotación y potenciar el manejo sostenible de los agroecosistema. La evaluación de tierras se apoyó en el esquema de la FAO (2007), mediante el software ALES. El mismo se sustentó en modelos de conocimientos elaborados a partir de información relevante procesada en bases de datos espaciales y de atributos. Se evidenció que las principales cualidades que limitan la productividad de las tierras son las condiciones de enraizamiento, requisitos de oxígeno, requisito de agua y peligro de erosión, entre otros. Además, se encontró que el 29,74 y el 25,58 % del total de las tierras evaluadas presentan conflictos de tipo medio y alto, respectivamente. Ello evidencia la necesidad de realizar un reordenamiento territorial en los escenarios estudiados.

Palabras clave: evaluación de tierras, aptitud física de las tierras, conservación de suelos

INTRODUCCIÓN

El suelo es un sistema formado por diferentes componentes, donde cada uno de ellos juega un papel determinado, pero en conjunto, cumplen una función única. La alteración de uno de esos componentes,

conlleva a que todo el sistema sufra cambios, cuyo restablecimiento tomará mucho tiempo, llegando en ocasiones a no recuperar su equilibrio.

Pese a lo anterior, el fondo de tierras agrícolas cada día disminuye más, debido al manejo deficiente a que han sido sometidas las mismas. Situación que ha traído consigo marcados procesos de degradación tales como: erosión, salinización, drenaje deficiente, acidez y baja fertilidad, entre otros. En este sentido se considera a la degradación de los suelos como uno de los problemas más apremiantes que enfrenta

Ms.C. María del C. Falcón Acosta; Dr.C. Heriberto Vargas Rodríguez y Fabienne Torres Menéndez, Universidad Agraria de La Habana (UNAH); Ms.C. Lázaro Herrera Blen, Empresa Provincial Forestal, Mayabeque, Cuba.

✉ mfalcon@unah.edu.cu; vargas@unah.edu.cu; fabienne@unah.edu.cu

el mundo en el presente siglo, encontrándose el 25 % del área terrestre afectada por alguna de sus manifestaciones (1). Lo que puede llegar en el 2025, según se pronostica, a los niveles del 48 %, de no tomarse las precauciones necesarias.

El área en estudio se corresponde a la Unidad Básica de Producción Cooperativa (UBPC) "LV Aniversario de la Central de Trabajadores de Cuba (CTC)", ubicada en el municipio San José de las Lajas, que tiene como objeto social la producción de alimentos agrícolas para el abastecimiento de la provincia Mayabeque, Cuba. Uno de los mayores problemas que presenta dicha entidad se relaciona con la falta de atención que se brinda a la aptitud de las tierras para los diferentes tipos de utilización, lo que puede conducir a serios conflictos de usos de las tierras y con ello a los bajos rendimientos de los cultivos, así como a la degradación de los recursos naturales.

Debido a lo anterior, en la presente investigación se propone como objetivo el análisis de los conflictos de usos de las tierras, en función de su aptitud, con lo que se evita la sobrexplotación y se potencia la sostenibilidad de los agroecosistemas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para obtener la aptitud de las tierras para los tipos de utilización de estas (TUT) evaluados (TUT 1: boniato, TUT 2: papa, TUT 3: fríjol, TUT 4: maíz, TUT 5: tomate) se aplicó el esquema de evaluación de tierras FAO (2007) (2), mediante el software ALES (Sistema Automático de Evaluación de Tierras). Se tomaron los modelos de conocimientos elaborados por Vargas^A como base para la construcción de los sistemas expertos estructurados en árboles de decisiones.

SELECCIÓN DE LAS CUALIDADES, CARACTERÍSTICAS Y REQUISITOS PARA LA EVALUACIÓN DE TIERRAS

Las cualidades y características utilizadas en el proceso de evaluación de tierras se tomaron de las directivas de la FAO para la agricultura de regadío (3). Mientras que los requisitos para cada TUT se obtuvieron a partir de diferentes fuentes de origen nacional e internacional, tales como las cartas tecnológicas y los requisitos de los cultivos para la evaluación de tierra, entre otras (4, 5). Igualmente, se tuvo en consideración los criterios de los trabajadores con más experiencia y conocimiento en la unidad evaluada.

^AVargas, Heriberto. Generación de escenarios de Ordenamiento Territorial como contribución al desarrollo rural sostenible. Caso de estudio: municipio San José de las Lajas. La Habana. [Tesis de Doctorado]. Universidad Agraria de La Habana. 2010. 100 pp.

Para definir a las cualidades y características seleccionadas se utilizó la información obtenida en el Mapa Nacional de Suelos a escala 1:25 000. Además, se realizaron análisis químicos, químicos-físicos y físicos a los suelos de cada Unidad de Tierra (UT) evaluada (Tabla I).

MANEJO CARTOGRÁFICO

Para la selección de las unidades de tierras (UT) se tuvo en cuenta la distribución de las fincas en la Unidad Básica de Producción Cooperativa (UBPC), según el mapa cartográfico a escala 1:10 000 de la zona estudiada. Ello coincide con otro autor (2), quien señala a este criterio como uno de los más importantes. Además, se utilizó la información sobre los tipos de suelos y el relieve. Esta información espacial fue cruzada entre sí mediante las herramientas de la plataforma de manejo de Información Geográfica ILWIS 3.7.2.

Para la digitalización del área en estudio se utilizaron las imágenes del satélite Spot del año 2010, utilizándose para la corrección de los límites el GPS marca GPSMAP 76 con una precisión de aproximadamente de 2 m. Para determinar la pérdida de la exactitud durante este proceso se asumió como error del operador un valor de 0,4 mm para el 95 % de los elementos. Igual procedimiento fue utilizado a través de la siguiente ecuación (6):

$$\text{Pérdida de exactitud} = 0,4 \text{ mm} \times E$$

donde:

E: factor de escala al que fue digitalizado el mapa (6 650).

Como exactitud inicial se utilizó la escala del mapa afectado por el producto de 0,2 mm, valor admitido como error de percepción de la vista humana. Ello permitió conocer la exactitud final del mapa utilizado a partir de la fórmula:

$$\text{Exactitud final} = \sqrt{(E \text{ (exactitud inicial 95 \%)} E^{+2} + E \text{ pérdida de exactitud (95 \%)} E^{+2})}$$

El tamaño mínimo de las UT, al cual pueden ser tomadas las decisiones, se determinó mediante el cálculo del área de decisión mínima (ADM) según:

$$\text{ADM ha} = 1,6 \text{ cm}^2 \times 10^{-8} \text{ ha cm}^{-2} \times (\text{factor de escala mm}^{-1})^2$$

ANÁLISIS DE CONFLICTO DE USO DE LAS TIERRAS

Para el análisis de los conflictos de uso de las tierras presente en la UBPC "LV Aniversario de la CTC" se tuvo en cuenta el potencial de las tierras para la obtención de altos rendimientos a partir de los usos actuales a que están siendo sometidas las mismas (Tabla II). Igual procedimiento fue utilizado por otros autores (7).

Tabla I. Principales métodos utilizados para el análisis de los suelos

Análisis	Unidad medida	Método de análisis
Materia orgánica	%	Walkley-Black
Fósforo asimilable	mg.100 g ⁻¹	Oniani
Potasio asimilable	mg.100 g ⁻¹	Oniani
pH*	-log(H ⁺)	Potenciómetro
Textura	%	Bouyucos
Calcio intercambiable	cmol kg ⁻¹	Volumétrico con EDTA
Magnesio intercambiable	cmol kg ⁻¹	Volumétrico con EDTA
Densidad de volumen	Mg m ⁻³	Método de la estructura no alterada
Índice de plasticidad	%	Método de Atterberg

* Relación suelo-solución 1:2.5

Tabla II. Categoría de conflicto de uso agrícola de las tierras

Tipo de conflicto	Descripción
Sin conflicto	Hay coincidencia entre el uso actual y la vocación de las tierras para ese uso, o sea la UT es sumamente apta para el TUT actual
Conflicto medio	La UT es moderadamente apta para el uso actual
Conflicto alto	La aptitud de esa UT es marginalmente apta
Conflicto total	La UT es no apta para el TUT actual

Las UT que presentaron conflictos de uso alto o total fueron valoradas nuevamente con el objetivo de proponer nuevos TUT o medidas de mejoramiento orientadas a lograr la explotación sostenible de las mismas, a partir de las premisas de evitar la sobreexplotación de las tierras y que los cultivos que se evalúan ocupen las áreas de mayor aptitud para su establecimiento y desarrollo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

BASE ESPACIAL PARA LA EVALUACIÓN DE TIERRAS

En la investigación realizada se asumió un área de decisión mínima de 0,4 ha y una resolución de 5,72 m. Ello se relaciona con el error implícito en la exactitud posicional heredada del mapa cartográfico utilizado con una escala de 1: 10 000. Mientras que el error introducido durante el proceso de digitalización fue de 2,88 m, valor inferior al área de decisión mínima con lo que se garantiza que la exactitud espacial esté dentro del umbral permitido para esta escala.

REPRESENTACIÓN DE LAS CUALIDADES SELECCIONADAS PARA LOS TUT

Del análisis del criterio del grupo de expertos, utilizando como base la propuesta de algunos investigadores (3) quedaron seleccionadas siete cualidades (condiciones de enraizamiento; requisitos de oxígeno; requisito de agua; requisito nutricional; tolerancia y susceptibilidades de los cultivos al pH, requisito de mecanización; riesgos de erosión), cada

una representada por sus características. A partir de las cuales se construyeron 35 árboles de decisión que sirvieron de base para la evaluación de la aptitud de las Unidades de Tierras para los TUT evaluados. La aplicación del proceso analítico jerárquico, en la construcción de los modelos de decisión utilizados en la evaluación de tierras, le proporcionó carácter científico al proceso de toma de decisión y evitó las desventajas relacionadas con las interacciones humanas. Ello coincide con los resultados de otros autores (5).

APTITUD FÍSICA DE LAS UNIDADES DE TIERRAS EVALUADAS

En la Figura 1 se presentan los resultados de la evaluación de las tierras para el TUT boniato. En ella se evidencia que la clase de aptitud que predomina para este TUT es la de marginalmente apta (A3), con un total de 19,72 ha, lo que representa aproximadamente el 46 % del área estudiada. Seguido en extensión se encuentra la clase sumamente apta (A1), que representa el 29,88 % del área evaluada.

Las principales cualidades que influyen sobre la aptitud de las tierras para el TUT 1: boniato, son las condiciones de enraizamiento, requisitos de oxígeno y el requisito nutricional. Siendo la característica compactación una de las que más está influyendo en los resultados. Ello se expresa en los valores de densidad del suelo superior a 1,23 Mg m⁻³, lo que denota la pérdida de la macroporosidad del suelo. Al respecto algunos autores plantean que la compactación afecta, tanto a las propiedades físicas (textura, estructura,

densidad del suelo, etc.) como químicas, físicas, químicas y biológicas (potencial redox, movimiento de los nutrientes, pH, salinidad y desarrollo de la vida microbiana y de las raíces) (8). Con lo cual se provoca el encharcamiento de los horizontes superiores. Ello influye en la disminución del crecimiento del sistema radical dado a la deficiente aeración de las capas compactadas del suelo. Además, se afecta la profundidad efectiva, así como la retención y reserva de humedad, lo cual constituye una limitante para el desarrollo normal de los cultivos agrícolas, pudiendo afectar su productividad.

De forma semejante ocurre con el TUT 2: papa, en la que se encontró que del total de las unidades de tierras evaluadas, solamente una presenta la clase de aptitud de sumamente apta, para el 9,56 % del total del área evaluada, siendo la mayor parte del área evaluada marginalmente apta (36,47 %) y no apta (24,08 %), para este uso. Ello se debe, fundamentalmente, a las cualidades requisitos de oxígeno, condiciones de enraizamiento y el requisito nutricional, dado al drenaje moderado presente en el suelo Ferralítico Rojo Hidratado. Además, el peligro de erosión en la UT 5, debido a la presencia de una pronunciada dolina, pone en alto riesgo la pérdida de la superficie fértil del suelo, lo que puede afectar considerablemente el desarrollo de este cultivo (9).

Para el caso del TUT 3: frijol (Figura 2) se encontró que la mayor parte del área posee aptitud moderadamente apta (A2) y sumamente apta (A1), lo que representa el 54,90 % y el 29,88 % del total del área evaluada, respectivamente. El resto del área posee la clase de aptitud de la tierra marginalmente apta (A3) para el 15,21 % del total.

Comportamiento semejante ocurre con el TUT 4: maíz, donde predomina la clase de aptitud moderadamente apta (66,35 %), seguida por la de marginalmente apta (15,21 %) y sumamente apta (8,86 %), respectivamente.

En este caso, las principales cualidades que están afectando la productividad son las condiciones de enraizamiento, peligro de erosión y el requisito nutricional. Al respecto se plantea que este cultivo en condiciones adversas desarrolla un sistema radical superficial y débil, lo que debilita al cultivo fisiológicamente (10)^B. Además, por ser un cultivo muy exigente respecto al manejo de la fertilización, la disponibilidad de nutrientes es fundamental. Calidad que depende, entre otros factores, del material y el proceso de formación del suelo.

Para el TUT 5: tomate, la clase de aptitud que predomina es la de moderadamente apta (46,04 %). Mientras que el 29,87 y el 24,07 % poseen la aptitud de sumamente apta y marginalmente apta, respectivamente. Las cualidades que más limitaron el desarrollo de este cultivo fueron la requisitos de oxígeno y las condiciones de enraizamiento. Resultados semejantes fueron obtenidos por otros autores (11, 12, 13) quienes plantean que en los suelos con exceso de humedad se dificulta la circulación del aire, provocando la asfixia de las plantas.

^B Escobar, Darío. Valoración campesina de la diversidad del maíz. Estudio de caso de dos comunidades indígenas en Oaxaca. [Tesis de Doctorado]. Universidad Autónoma de Barcelona. 2006. 100 pp.

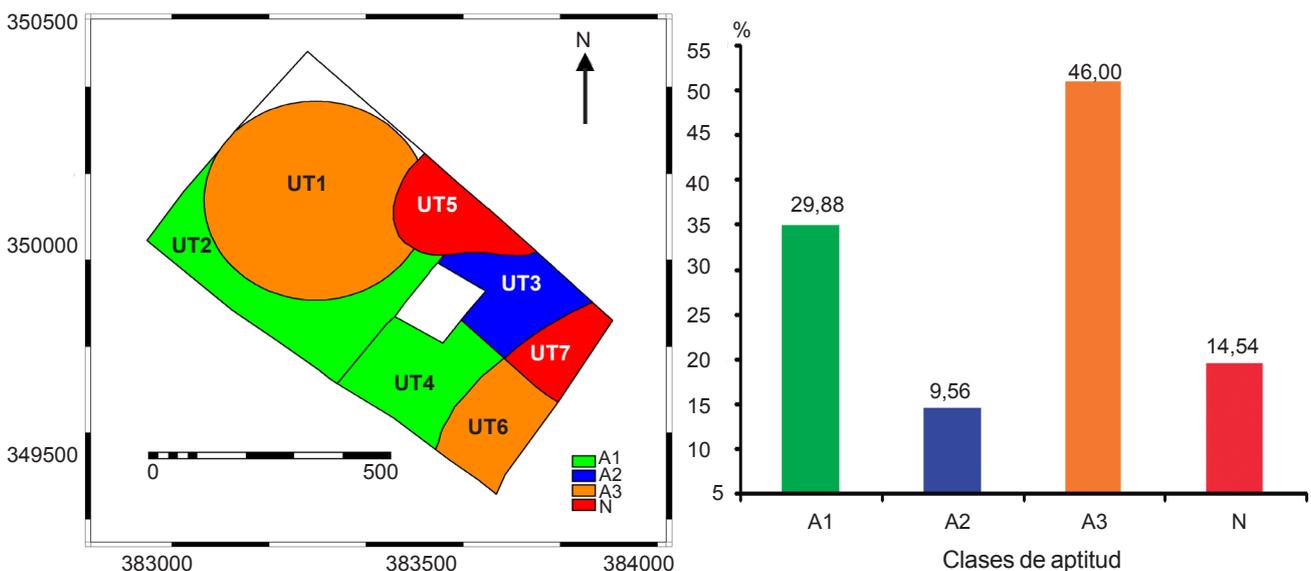


Figura 1. Evaluación de la aptitud de las tierras para el TUT boniato

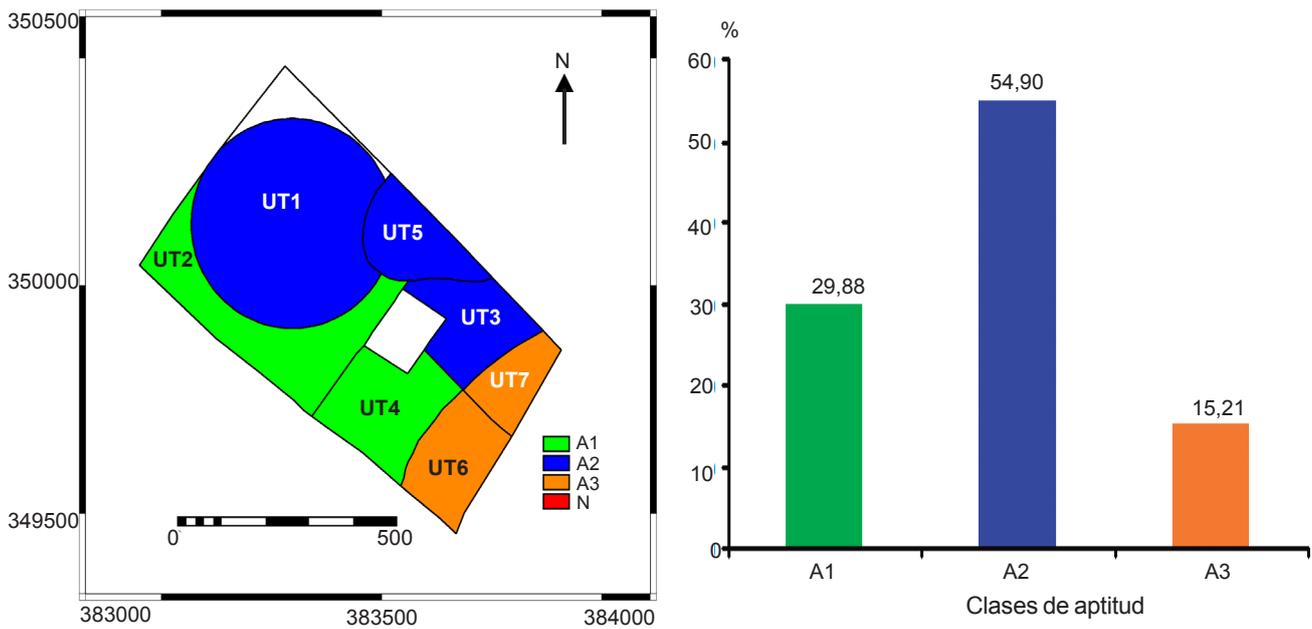


Figura 2. Evaluación de la aptitud de las tierras para el TUT frijol

ANÁLISIS DE LOS CONFLICTOS DE USOS DE LAS TIERRAS

En la Tabla III se realiza el análisis del conflicto de uso de las tierras a partir de la correspondencia aptitud demanda ambiental de las tierras, según el uso a que han sido sometidas las mismas en el momento de la investigación. En ella se observa que del total de las tierras utilizadas para la producción de cultivos varios en la UBPC objeto de estudio, solamente 12,84 ha no presentan conflicto. Mientras que el 29,74 y el 25,58 % presentan conflicto medio y alto, respectivamente. El resto del área (11,48 % del total) presenta conflicto total.

Tabla III. Análisis del conflicto en las tierras según el uso actual de las mismas en la UBPC “LV Aniversario de la CTC”

Finca	UT	Principales usos de la tierra	Aptitud	Tipo de conflicto
I	UT 1	Maíz	A2	Medio
	UT 1	Papa	A3	Alto
II	UT 2	Tomate	A1	Sin conflicto
III	UT 3	Boniato	A2	Medio
IV	UT 4	Frijol	A1	Sin conflicto
III	UT 5	Boniato	N	Total
II	UT 5	Tomate	A3	Alto
I	UT 5	Maíz	N	Total
IV	UT 6	Frijol	A3	Alto
III	UT 7	Boniato	N	Total

El conflicto alto en las UT evaluadas implica que las mismas están explotadas con tipos de utilización de la tierra para las cuales la clase de aptitud física es de marginalmente apta, por lo que es necesario realizar una inversión para poder obtener los rendimientos deseados (2). Ejemplo de ello son las acciones que se deben acometer en las UT 1, donde existen suelos con problemas de compactación, por lo que se hace necesario acometer medidas orientadas a contrarrestar su efecto negativo sobre los cultivos a establecer. Al respecto se ha hecho alusión (14, 15, 16) a la necesidad de aplicar en los mismos algunas labores adicionales tales como subsoleo, aplicación de materia orgánica y laboreo que no inviertan el prisma, entre otras.

CONCLUSIONES

- Las principales cualidades que limitan la adecuada productividad de las tierras son las condiciones de enraizamiento, requisitos de oxígeno y peligro de erosión.
- La UT 1, donde habitualmente se establece el TUT 2: papa presenta la clase de aptitud de marginalmente apta para este uso.
- El 29,74 y el 25,58 % del total de las tierras evaluadas presentan conflictos de tipo medio y alto, respectivamente. Mientras que el 11,48 % del total presenta conflicto total. Ello evidencia la necesidad de aplicar medidas que conlleven al manejo y uso sostenible de los escenarios agrícolas de la UBPC “LV Aniversario de la CTC”.

REFERENCIAS

1. Instituto de Suelos. Programa Nacional de Mejoramiento y Conservación de Suelos. La Habana: Agrinfor. 2001. 39 pp.
2. FAO. Land evaluation towards a revised framework. Land and Water Discussion Paper 6. Rome, Italia, 2007. 124 p.
3. FAO. Evaluación de tierras para la agricultura en regadío: Directivas. Boletín de Suelos de la FAO, 55. Roma, 1990. 289 pp.
4. Balmaseda, Carlos y Ponce de León, Daniel. Evaluación de tierras con fines agrícolas. Primera edición. La Habana, Cuba. Editorial Científico Técnica. 2009. 118 pp. ISBN 978-959-05-0581-2.
5. Vargas Rodríguez, Heriberto y Ponce de León, Daniel. Evaluación de la aptitud de las tierras del municipio San José de las Lajas para las clases generales de uso agrícola y ganadero. I. Aptitud física. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 2009, vol. 17, no. 4, pp. 64-68. ISSN 1010-2760.
6. Mancebo Quintana, Santiago; Ortega Pérez, Emilio; Valentín Criado, Ana; Martín Ramos, Belén y Martín Fernández, Luis. Libro SIG: aprendiendo a manejar los SIG en la gestión ambiental. Primera Edición. Madrid, España. 2008. 109 pp. ISBN 978-8-691-7370-1.
7. Balmaseda Espinosa, Carlos; Ponce de León, Daniel y Robaina Camacho, Marlen. Evaluación de la sustentabilidad del uso agrícola de las tierras mediante indicadores. Centro Agrícola. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 2005, vol. 32, no. 2, pp. 6. ISSN 1010-2760.
8. Shulan, Zhang y Harald Gripy Lars Lövdahl. Effect of soil compaction on hydraulic properties of two loess soils in China. *Soil & Tillage Research*, 2006, no. 90, pp. 117-25. ISSN 0167-1987.
9. Brunel, Nidia y Seguel, Oscar. Efectos de la erosión en las propiedades del suelo. *Agro Sur*, 2011, no. 1, pp. 1-12. ISSN 0304-8802.
10. Fánor Casierra-Posada y Julián Cárdenas-Hernández. Crecimiento de plántulas de maíz (*Zea mays* L. var. Porva) en solución nutritiva con baja relación (Ca+Mg+K)/Al. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 2009, vol. 12, no. 2, pp. 91-100. ISSN 0123-4226.
11. Segura-Castruïta, Miguel Ángel; Ramírez-Seañez, Ana Rosa; García-Legaspi, Guillermo; Preciado-Rangel, Pablo; García-Hernández, José Luis; Yescas-Coronado, Pablo; Fortis-Hernández, Manuel; Orozco-Vidal, Jorge A. y Montemayor-Trejo, José A. Desarrollo de plantas de tomate en un sustrato de arena-pómez con tres diferentes frecuencias de riego. *Rev. Chapingo Ser. Hortic.*, 2011, vol. 17, no. 1, pp. 25-31. ISSN 2007-4034.
12. Visser, Ate y Bierkens, Marc. Real-time forecasting of water table depth and soil moisture profiles. *Advances in Water Resources*, 2006, no. 29, pp. 692-706.
13. Vargas Rodríguez, Heriberto y Ponce de León, Daniel. Evaluación de la aptitud de las tierras del municipio San José de las Lajas para las Clases Generales de Uso Agrícola y Ganadero. I. Aptitud física. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 2008, vol. 17, no. 4, pp. 64-68. ISSN 1010-2760.
14. Urquiza Rodríguez, María Nery; Alemán García, Candelario, Flores Valdés, Leonardo, Paula Ricardo, Marta y Aguilar Pantoja, Yulaidis. Manual de procedimientos para manejo sostenible de tierras. Primera Edición. La Habana: CIGEA. 2011. 186 pp. ISBN 978-959-287-027-7.
15. Martín Alonso, Nelson y Durán Álvarez, José Luis. El suelo y su fertilidad. Primera Edición. La Habana: Editorial Félix Varela. 2011. 347 pp. ISBN 978-959-07-1418-4.
16. Medina, Aguirre; Kohashi-Shibata, J; Cadena-Iñiguez, J. y Avendaño-Arrazate, C. Tasa de secado del suelo e intercambio de gases de tres variedades de *Phaseolus vulgaris* L. Buenos Aires. *Phyton*, 2008, no. 77, pp. 31-48. ISSN 0031-9457.

Recibido: 19 de junio de 2013

Aceptado: 20 de septiembre de 2013

¿Cómo citar?

Falcón Acosta, María del C.; Vargas Rodríguez, Heriberto; Torres Menéndez, Fabienne y Herrera Blen, Lázaro. Evaluación del conflicto de uso agrícola de las tierras a partir de su aptitud física como contribución a la explotación sostenible. [en línea]. *Cultivos Tropicales*, vol. 35, no. 4, pp. 13-18. ISSN 1819-4087. [Consultado: ____]. Disponible en: <-----/>.