

# Análisis del potencial de uso de las tierras de la Unidad Básica de Producción Cooperativa “La Julia” para la explotación agrícola sostenible

## *Analysis of the potential of use of the soils of the Basic Unit of Cooperative Production “The Julia” for the sustainable agricultural operation*

M.Sc. Lázaro Herrera Blen<sup>I</sup>, Dr.C. Heriberto Vargas Rodríguez<sup>II</sup>, Ing. Fabienne Torres Menéndez<sup>II</sup>

<sup>I</sup> Empresa Forestal Integral de Mayabeque, Cuba.

<sup>II</sup> Universidad Agraria de La Habana, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.

**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) “La Julia” (Papa, Boniato, Frijol, Tomate y Maíz), como base para evitar la sobreexplotación y potenciar el manejo sostenible de los agroecosistema agrícola. La evaluación de tierras se apoyó en el Esquema de la FAO, 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. Como resultado del mismo se evidenció que las principales cualidades que limitan la productividad de las tierras son: condiciones de enraizamiento, aireación y acidez. Además, se encontró que el 13,6% y el 86,35% 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, software ALES, conflicto de uso de las tierras.

**ABSTRACT.** The analysis of usage conflict was carried out by means of the physical attitudes of the soils for the main crops of economical importance in the UBPC “La Julia” (potato, sweet potato, beans, tomato, corn) in order to avoid over operation and also strengthen the management of the agricultural system. The evaluation of the soils was based on a FAO, scheme 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, airing, and acidity. Besides, it was discovered that the 13,6% and 86,35% 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.

**Keywords:** soil evaluation, ALES software, soil use conflicts.

## INTRODUCCIÓN

El uso inadecuado a que han sido sometido las tierras en Cuba, unido al empleo de tecnologías inapropiadas, han conllevado a la manifestación de procesos de degradación, entre los que se destacan la erosión, acidificación, pérdida de materia orgánica, compactación, pérdida de elementos nutritivos, contaminación química y salinización. Ante esta situación se hace imprescindible establecer sistemas de producción sostenible, capaz de solventar la creciente demanda alimentaría de la po-

blación y de conservar el medio ambiente a partir de políticas basada en el conocimiento de las potencialidades de las tierras y los usos a que son sometidas las mismas como base para el análisis de los conflictos de usos (FAO, 2007).

En este sentido, la Evaluación de Tierras se considera como un proceso esencial para la toma de decisiones en la agricultura (Vargas, 2010). La misma constituye una herramienta sumamente importante para la planificación estratégica del uso racional y sostenible de los recursos naturales. Con su empleo es posible conocer las relaciones que existen entre las variables que intervienen en

los sistemas agrícolas, y con ello proveer el máximo beneficio a la sociedad con la menor degradación del medio ambiente.

El área en estudio se corresponde a la UBPC “La Julia”, ubicada en el municipio Batabanó, tiene como objeto social la producción de alimentos agrícolas para el abastecimiento de su población, así como a la Provincia de La Habana. Uno de los mayores problemas que presenta la misma 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.

Dado 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 su sobreexplotación y se potencia la sostenibilidad de los agroecosistemas agrícolas.

## MÉTODOS

Para obtener la aptitud de las tierras para los Tipos de Utilización de las Tierras evaluados (TUT 1: boniato, TUT 2: Fríjol, TUT 3: papa, TUT 4: maíz, TUT 5: tomate) se aplicó el esquema de evaluación de tierras FAO (2007), mediante el software Sistema Automático de Evaluación de Tierras (ALES). Se tomaron los modelos de conocimientos elaborados por Vargas

(2010), 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 (1990), para la agricultura en regadío. Su selección se basó en los criterios de expertos, mediante el método propuesto por la FAO (1985). 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 según Sys et al. (1993); Balmaseda y Ponce de León (2009) y Vargas (2010), entre otras. Igualmente, se tuvo en consideración los criterios de los trabajadores con más experiencia y conocimiento en la unidad evaluada.

Para definir a las cualidades y características seleccionadas se utilizó la información obtenida en el mapa cartográfico a escala 1:5 000, elaborado por la Empresa de Proyectos Agropecuarios de la La Habana en el año 2005. Además, se realizaron análisis químicos, químicos físicos y físicos a los suelos de cada UT evaluada (Tabla. 1).

**TABLA 1. Principales método utilizados para el análisis de los suelos**

Elementos	Unidad	Método de análisis
Materia orgánica	Porcentaje (%)	Walkley and black
Fósforo y Potasio	(mg/100g)	Oniani
pH(H <sub>2</sub> O) y (KCl)	U	Potenciómetro
Ca <sup>2+</sup> y Mg <sup>2+</sup>	(Cmol·kg)	Volumetría
K <sup>+</sup> y Na <sup>+</sup>	(Cmol·kg)	Fotometría de llamas
Densidad del suelo(ds)	g·cm <sup>-3</sup>	Cilindro
Densidad fase sólida(dfs)	g·cm <sup>-3</sup>	Picnómetro
Textura	Porcentaje (%)	Pipeta de Kachinskii

## Manejo cartográfico

Para la selección de las unidades de tierras (UT) se tuvo en cuenta la distribución de las fincas en la UBPC, según el mapa cartográfico a escala 1:5 000 de la zona estudiada. Ello coincide con FAO (2007), 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 Sistema de Información Geográfica ILWIS 3.7.2.

El mapa cartográfico a escala 1:5 000 se digitalizó mediante el software ILWIS 3.7.2. Para conocer 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 utilizó Mancebo et al. (2008), a través de la siguiente ecuación:

$$\text{Pérdida de exactitud} = 0,4 \text{ mm} \tag{1}$$

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 expresión:

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

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:

$$\text{ADM ha} = 1,6 \text{ cm}^2 \cdot 10^{-8} \text{ ha} \cdot \text{cm}^{-2} * (\text{Factor de escala mm}^{-1})^2 \tag{3}$$

## Análisis de conflicto de uso de las tierras

Para el análisis de los conflictos de uso de las tierras presente en la UBPC “La Julia” se tuvo en cuenta las características de las UT y su potencial para la obtención de altos rendimientos para los cultivos de importancia económica evaluados. Se utilizaron las siguientes categorías de conflictos:

- 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 1:5 000. 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 CGUT

Del análisis del criterio del grupo de expertos quedaron seleccionadas 7 cualidades (enraizamiento, aireación, disponibilidad de agua, nutrientes, pH, posibilidades de mecanización, riesgos de erosión), cada una representadas 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.

### Aptitud física de las unidades de tierras evaluadas

En las Figuras 1 y 2 se evidencia que el 100% del área estudiada (148,60 ha), presentan el orden de aptitud apto para el TUT boniato y el TUT papa. De ellas el 82,07% tienen la aptitud marginalmente apta (A3) para el primero y el resto la de moderadamente apta (A2). Mientras que para el TUT papa todas las unidades de tierras son marginalmente aptas.

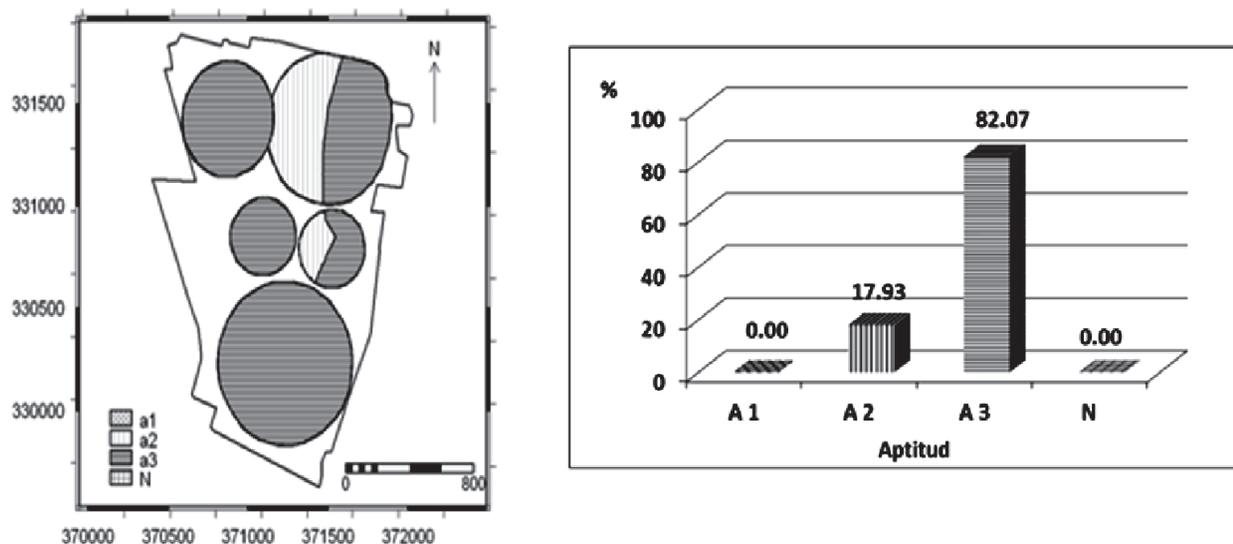


FIGURA 1. Aptitud las UT evaluadas para el TUT boniato.

Ello se debe, fundamentalmente, a las cualidades de aireación del suelo, acidez (pH) y condiciones para el enraizamiento. Esta última, afectada fundamentalmente, por la característica densidad del suelo, específicamente en el suelo del tipo Ferralítico Rojo Compactado, con valores superiores a 1,23 Mg m<sup>3</sup>, lo que unido a la deficiente aireación y puede afectar el desarrollo del cultivo y la inducción de la tuberización, provocando el alargamiento excesivo y la disminución del engrosamiento de

los tubérculos (López *et al.*; 1995). Por otra parte, el rango de pH de los suelos donde se desarrolla adecuadamente el cultivo de la papa oscila entre los valores de 5 a 5,5 (USDA, 1999), valores superiores pueden dar lugar al desarrollo de enfermedades fungosas con lo que se afectaría el cultivo.

De igual forma, en la Figura 3 se observa que el 88,60% del total de las tierras evaluadas, posee aptitud Moderadamente apta (A2) para los TUT frijol, tomate y maíz, mientras que el

resto (11,40%) posee la clase de aptitud de marginalmente apto. En los dos primeros casos las cualidades que más están afectando el desarrollo adecuado de los cultivos son la aireación y condiciones de enraizamiento debido al contenido de gravas y a la compactación de algunos suelos evaluados. Ello se relaciona con los resultados obtenidos por Vargas y Ponce de León (2008)

quienes plantean que en los suelos compactados las plantas no se desarrollan satisfactoriamente, dado entre otras razones a que las raíces crecen superficialmente, además, cuando llueve los poros del suelo se llenan de agua durante un periodo de tiempo largo, con lo cual se dificulta la circulación del aire provocando la asfixia de las plantas (USDA, 1999).

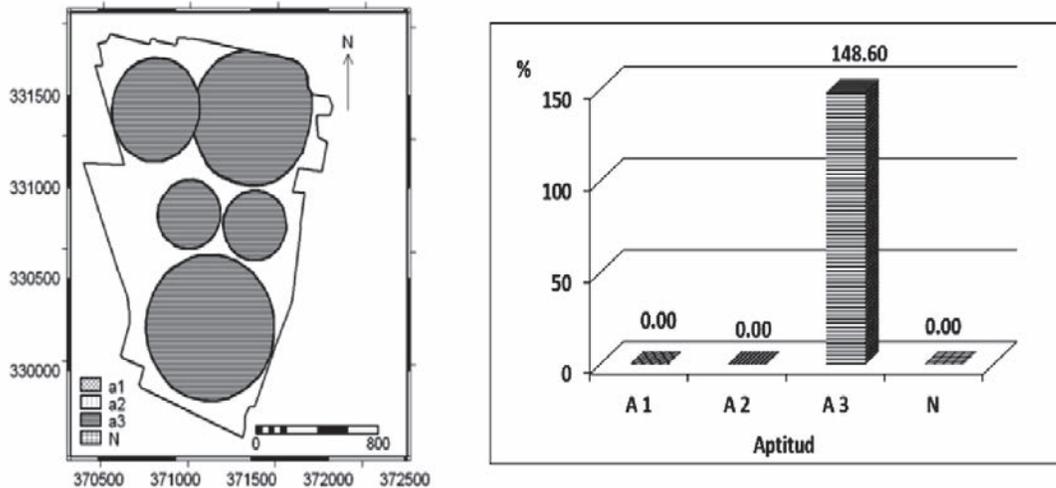


FIGURA 2. Aptitud las UT evaluadas para el TUT papa.

El TUT maíz está afectado, además de las cualidades anteriores, por la disponibilidad de nutrientes. Al respecto Cruz (2005), plantea que este cultivo requiere de suelos fértiles, profundos y bien drenados, dado a que en condiciones adversas presentan un débil sistema radical superficial y síntomas de clorosis en las hojas. De igual forma Escobar (2006), plantea que la disponibilidad de nutrientes es fundamental para el desarrollo de este cultivo, la cual depende del abastecimiento y la naturaleza de los fertilizantes, así como del contenido original del suelo, entre otros factores. Además, su deficiencia implica un gasto económico con lo que se afecta la actitud de las tierras para este TUT.

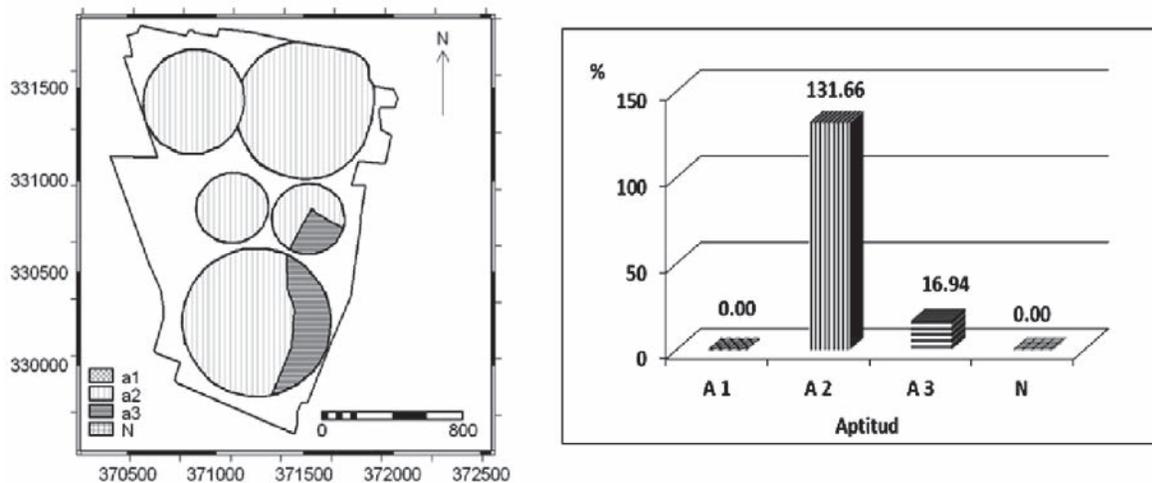


FIGURA 3. Aptitud las UT evaluadas para el TUT frijol, tomate y maíz.

### Análisis de los conflictos de usos de las tierras en la UBPC “La Julia”

A partir del análisis de la aptitud física de las tierras de la UBPC “La Julia” fue posible comparar la vocación de las tierras con su ocupación. Esto constituye un elemento de vital importancia para la toma de decisiones en cuanto al uso de la tierra en cada finca perteneciente a la UBPC evaluada. Semejante procedimiento aplicó Balmaseda (2003) al cultivo de

la caña de azúcar, donde reporta aproximadamente 100 ha de tierra con conflicto total.

Al respecto, en la Tabla 2 se realiza un análisis del conflicto de las tierras a partir del uso a que están sometidas las mismas en el momento de la investigación. En la misma se observa que del total de las tierras utilizadas para la producción de cultivos varios en la UBPC objeto de estudio, solamente 20,3 ha presentan conflicto de tipo medio, para el 13,6% del total, mientras que 128,4 ha lo presen-

tan también en un grado alto, lo que representan el 86,35% de las tierras evaluadas. Ello implica que estas tierras 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 (FAO, 2007). Ejemplo de ello son las acciones que se deben acometer en las UT 3, 5, 7 y 8 donde existen suelos con problemas de compactación, en los cuales se hace necesario establecer medidas orientadas a contrarrestar su efecto negativo sobre los cultivos a establecer.

En las unidades de tierra donde se evidenció problemas de aireación (UT 6 y UT 9) se hace necesario aplicar medidas que conlleven a eliminar el exceso de agua, mediante la mejora del drenaje superficial e interno del suelo, mejorar la agregación de las partículas para elevar el nivel de macroporosidad del suelo mediante la aplicación de materia orgánica, así como realizar un manejo adecuado del laboreo y los residuos de cosecha.

**TABLA 2. Análisis del conflicto en las tierras de la UBPC “La Julia”**

Finca	UT	Principales TUT	Aptitud	Conflicto
102	UT 1	Papa	A3	Alto
	UT 2	Papa	A3	Alto
101	UT 3	Boniato	A3	Alto
103	UT 4	Frijol	A2	Medio
	UT 5	Maíz	A2	Medio
	UT 6	Papa	A3	Alto
104	UT 7	Tomate	A2	Medio
2A	UT 8	papa	A3	Alto
	UT 9	Frijol	A3	Alto

## CONCLUSIONES

- Del análisis de la aptitud física de las tierras en la UBPC “La Julia” se evidenció que las principales cualidades que limitan la adecuada productividad de las tierras son las condiciones de enraizamiento, aireación y acidez del suelo.
- Se evidenció que todas las Unidades de Tierras evaluadas presentan el orden de aptitud apta para los cultivos evaluados. La mayor afectación se presentó en los TUT papa y boniato, con el 100% y 82,07% del total de las áreas reportadas como marginalmente apta, respectivamente.
- Del total de las tierras evaluadas el 13,6% y el 86,35% presentan conflictos de tipo medio y alto, respectivamente. Ello evidencia la necesidad de realizar un reordenamiento territorial en los escenarios agrícolas en la UBPC “La Julia”.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BALMASEDA, C.: *Procedimiento metodológico para la evaluación de la aptitud física de las tierras en la agricultura cañera*, 75pp., **Tesis (en opción al título de Master en Ciencias)**, Universidad Agraria de La Habana, 2003.
2. BALMASEDA, C. y D. PONCE DE LEÓN: *Evaluación de tierras con fines agrícolas*, Editorial Científico Técnica, La Habana, Cuba, 2009.
3. CRUZ, H. M.: “¿De qué suelos esperamos alimentarnos?” *TEMAS*, 44: 35-40, 2005.
4. Escobar, D.: *Valoración campesina de la diversidad del maíz. Estudio de caso dos comunidades Indígenas en Oaxaca, México. Tesis (en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Ambientales)*, Universidad Autónoma de Barcelona, España, 2006.
5. FAO: *Guidelines: land evaluation for irrigated agriculture*, Soils Bulletin 55 Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy, 1985.
6. FAO: *Land evaluation Towards a revised framework*, 124pp., Land and Water Discussion Paper 6. Rome, Italia, 2007.
7. FAO. *Evaluación de tierras para la agricultura en regadío*, 289pp., Directivas, Boletín de Suelos de la FAO, 55. Roma, Italia, 1990.
8. LÓPEZ, M; V. EDITH; L. RAMÓN: *Raíces y Tubérculos*, 321pp., Editorial Pueblo y Educación, La Habana, 1995.
9. MANCEBO, Q. S.; E. ORTEGA: C. VALENTÍN; B. MARTÍN y L. MARTÍN: *Libro SIG: aprendiendo a manejar los SIG en la gestión ambiental*, Madrid, España, 2008.
10. ROSSITER, D. G: *Lecture notes: land evaluation. August 1994. Ithaca, NY: Cornell University, Department of Soil, Crop & Atmospheric Sciences. SCAS Teaching Series No.T94-1. 230pp., [en línea], 1994. Disponible en: <http://www.itcnl/personal/Rossiter/pubs/s 494 toc.htm>. [Consulta: mayo 18 2011].*
11. SYS, C.; V.E RANST; J. DEBAVEYE & F. BEERNAERT: *Land evaluation part III*, 199pp., Crop requirements, USA, 1993.
12. USDA: *Guía para la evaluación de la calidad y salud del suelo*, 88pp., Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norteamérica, EE.UU., 1999.
13. Vargas, H.: *Generación de escenarios de Ordenamiento Territorial como contribución al desarrollo rural sostenible. Caso de estudio: municipio San José de las Lajas, La Habana. Tesis (en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas)*, Universidad Agraria de La Habana, 2010.
14. VARGAS, H. y D. PONCE DE LEÓN: “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*, 17(4): 64–68, 2008.

**Recibido:** 10 de junio 2012.

**Aprobado:** 24 de julio de 2013