

## **Impacto del aprovechamiento por tracción animal en los suelos de la Empresa Forestal Integral (EFI) "La Palma"**

### **Impact of harvesting by animal traction in the soil of the Integral Forest Enterprise (EFI) "La Palma".**

Autores: Ing. Ismael Pimentel Rivero\*; DrC. Omar Pimentel Pimentel; MsC. Lauro Escamilla Pérez; Ing. Humberto Bouza Gamez

\*Facultad de Agronomía de Montaña, Universidad de Pinar del Río. San Andrés. La Palma. Email: [ismael@upr.edu.cu](mailto:ismael@upr.edu.cu), Teléfono: 48-636937.

#### **RESUMEN**

Contribuir al logro de niveles superiores de sostenibilidad, asegurando la conservación de los recursos naturales disponibles, constituye la primicia del presente trabajo, que se plantea como objetivo evaluar el impacto que provoca sobre sitios forestales, el empleo de las tecnologías de tracción animal durante la extracción y aprovechamiento de madera en la zona de San Andrés, perteneciente a la Empresa Forestal e Integral La Palma. En el estudio se incluye la caracterización de parámetros de explotación de los bueyes que se emplean tradicionalmente en la zona de estudio, así como la valoración de sus potencialidades y el efecto que provocan sobre los suelos, donde se demuestra la importancia de un correcto manejo para el logro de mejores niveles de eficiencia, que se traduce en la reducción de pérdidas de tiempo y optimización, tanto, desde el punto de vista energético, como de conservación de los recursos naturales en virtud de contribuir al desarrollo rural sostenible del entorno montañoso de Pinar del Río.

**PALABRAS CLAVES:** Sostenibilidad, Conservación, Degradación, Manejo, Aprovechamiento Forestal, Tracción animal.

#### **SUMMARY**

To contribute to the Achievement of higher levels of sustainability assuring the conservation of the available natural resources, constitutes the primacies of the

present work, and its objective is to evaluate the impact that causes on forest places, the employment of the technologies of animal traction during the extraction or wooden use in San Andrés area, belonging to the Forest and Integral Company La Palma. In the study the characterization of the exploitation parameters of the oxen that are used traditionally in the study area is included, as well as the valuation of its potentialities and the effect that causes on the floors, demonstrating the importance of a correct handling for the achievement of better levels of efficiency that is translated so much in the reduction of losses of time and optimization both from energetic point of view that is shown and conservation of the natural resources to contribute to the sustainable rural development of the mountainous environment of Pinegrove of Pinar del Rio.

**KEY WORDS:** Sustainability, Conservation, Degradation, Handling, Forest Use, Animal Traction.

## **INTRODUCCIÓN**

Las actividades ligadas al manejo forestal, en general, producen un impacto directo sobre los componentes del medio ambiente, como son el suelo, el agua y los componentes bióticos. Con el fin de prevenir o minimizar dicho impacto, es necesario llevar a cabo prácticas forestales que conduzcan hacia una mayor sustentabilidad en el manejo forestal.

El suelo es un cuerpo natural que forma parte de la superficie de la tierra, está constituido por material de origen orgánico y mineral que sirve de soporte y controla la disponibilidad del agua y los nutrientes requeridos para el desarrollo de las plantas (Sarandón *et al.*, (2009).

El suelo es uno de los factores que determinan la calidad de un sitio, siendo un importante componente del ecosistema forestal que influye considerablemente en la tasa de crecimiento del bosque, en la calidad de la madera, resistencia de las especies a enfermedades y frente a ciertos factores abióticos adversos como vientos fuertes y como complemento básico del ecosistema forestal, además, constituye el principal insumo de la producción, por lo que es necesario velar por su conservación para lograr el objetivo de una silvicultura sustentable.

Los investigadores del suelos, comúnmente, califican al componente ambiental suelo como un bien de carácter no renovable en términos de escala temporal humana y, como tal, debe ser protegido para sustentar sus propiedades y

funciones a largo plazo. Tomando en cuenta esta cualidad, es necesario entender el concepto de conservación del suelo como el mantenimiento de su productividad bajo una determinada condición de uso. Dicha productividad es función de un conjunto de condiciones ambientales y, en particular, de los atributos físicos y químicos del suelo (Sarandón *et al.*, 2006).

Los principales impactos sobre el suelo, de uso preferentemente forestal, aparecen vinculados a una inadecuada planificación, construcción y mantenimiento de caminos forestales, empleo de la quema como práctica de preparación de sitios para plantar y la realización del arrastre de madera en temporada húmeda (Gayoso *et al.*, 1991).

Entre otros efectos producidos, la remoción, compactación y erosión de suelo se traducen en pérdida de superficie productiva, disminución de la productividad del sitio y generación de sedimentos que alteran por consecuencia la calidad de las aguas.

Los problemas de erosión severa, que pueden ocurrir en terrenos forestales, son originados por operaciones de cosechas en altas pendientes, madereo a lo largo de la pendiente, construcción de caminos en terrenos de topografía abrupta y con sistemas de drenaje inapropiados. Por consiguiente, es necesario plantear criterios más específicos para las actividades forestales de mayor influencia en el recurso suelo, con el fin de asegurar una adecuada protección de este componente ambiental (Pulleman *et al.*, 2008).

Esta investigación se realizó en áreas productoras de madera de la Unidad Silvícola "San Andrés", perteneciente a la Empresa Forestal Integral "La Palma" y tiene como objetivo evaluar las potencialidades que tiene, en la extracción de madera, el empleo de tecnologías de tracción animal como alternativa energética renovable, técnicamente aceptable, económicamente viable y socialmente deseable.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Caracterización del área de estudio:**

Este trabajo se realizó en la zona de San Andrés, perteneciente al municipio La Palma, Provincia de Pinar del Río.

El territorio está enmarcado en el Programa para el Desarrollo Integral de la Montaña, donde se desarrollan líneas básicas de producción como: cafetalera, forestal, tabaco, cultivos varios, ganadería y minería, con un importante aporte al

desarrollo de programas de defensa del país y desarrollo económico, cultural, ecológico y social de la provincia.

La zona de San Andrés, se caracteriza por un intenso uso de los suelos en la agricultura, donde predominan los del tipo ferralíticos, con relieves muy variados desde valles intramontanos, con relieves llanos, hasta pendientes pronunciadas que representan un relieve ondulado.

El clima de la zona de estudio es tropical, con épocas secas y húmedas, bien pronunciadas, que corresponde a la región climática Cuba centro-occidental; el promedio anual de las precipitaciones oscila entre los 1200- 1500 mm, que se divide en dos épocas: de noviembre- abril de 300- 400 mm y de mayo a octubre con 1000- 1100 mm, con una temperatura media anual de 24.5- 25.5 grados Celsius (Del Risco y Vandama, 1986).

Las formaciones vegetales presentes en el área son los pinares (pinares sobre serpentinas y pinares sobre esquistos), bosque semideciduo sobre suelo calizo, vegetación de mogotes, encinar y bosque de galería (Valdés, 2003).

### **Metodología empleada en el estudio**

El trabajo se realizó durante el año 2012, mientras se ejecutaban labores de aprovechamiento forestal en dos rodales de pinos, cuya madera se extraía con bueyes.

Se aplicó un análisis de varianza múltiple entre variables que caracterizan la explotación de los conjuntos animal-madera y características de la labor de acopio como distancia a recorrer por el conjunto y peso de la madera a acopiar.

Para estimar la erosión del suelo se empleó el USLE o Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (Wischmeier y Smith, 1978).

El aprovechamiento del tiempo de turno (T), para el trabajo útil, se caracteriza por el coeficiente de utilización del tiempo de la jornada ( $\tau$ ); y el rendimiento de los agregados de tiro animal depende del tiempo de trabajo neto o útil ( $T_1$ ) durante la jornada y del coeficiente ( $\tau$ ) de utilización del tiempo (Reyes, 2004).

$$T_1 = \tau \times T$$

Cuanto mayor sea ( $\tau$ ), tanto mayor será el rendimiento del agregado.

El balance del tiempo de turno se determina con la siguiente fórmula:

$$T = T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5 + T_6 + T_7$$

Donde: T = tiempo total de la jornada de trabajo

$T_1$  = Tiempo neto o tiempo limpio de trabajo: tiempo en que se ejecuta la labor de extracción.

$T_2$  = Tiempo auxiliar: tiempo para viraje al final de cada viaje.

$T_3$  = Tiempo gastado en la preparación del conjunto (búsqueda de animales y enyugar).

$T_4$  = Tiempo para eliminación de fallas (fallas tecnológicas, deformaciones, desmontaje y montaje de piezas).

$T_5$  = Tiempo dedicado al descanso de animales y personas durante la realización de la labor.

$T_6$  = Tiempo de traslado en vacío (traslado del acopiadero a la tala, tiempo de traslado desde el lugar de enyugue a la tala y viceversa)

$T_7$  = Tiempo parado por causas ajenas al conjunto sometido a estudio.

El aprovechamiento forestal se realizó en jornadas de 4 a 6 h, generalmente en la mañana.

Coeficientes de explotación: estos expresan cómo inciden los diferentes componentes del tiempo sobre la magnitud del tiempo limpio de trabajo y los elementos que tienen mayor repercusión en el aprovechamiento de la energía de los animales en tiempo o trabajo útil, según lo expresado por Ríos y Ponce (2005). Estos coeficientes son:

$$\tau = \frac{T_1}{T}$$

1. Coeficiente general de utilización del tiempo ( $\tau$ ):

Este coeficiente expresa en qué magnitud se utiliza el tiempo total de la jornada.

$$K_4 = \frac{T_1}{T_1 + T_4}$$

2. Coeficiente de utilización del tiempo productivo ( $K_{04}$ ):

$$K_{04} = \frac{T_1}{T_1 + T_{04}}$$

Donde:  $T_{04} = T_1 + T_2 + T_3 + T_4$

3. Coeficiente de utilización del tiempo de explotación ( $K_{07}$ ):

$$K_{07} = \frac{T_1}{T_1 + T_{07}}$$

Donde:  $T_{07} = T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5 + T_6 + T_7$

### Índices de rendimiento o productividad (Romero *et al.*, 2009)

Estos índices nos permiten tomar criterios sobre los arreos y animales que se están evaluando.

1. Índice de rendimiento del tiempo limpio ( $W_1$ ):

Donde:  $Q$ : volumen de trabajo realizado con el conjunto.

$$W_1 = \frac{Q}{T_1}$$

2. Rendimiento o productividad por hora del tiempo operativo ( $W_{02}$ ) expresado en  $m^3$  por hora ( $m^3 \cdot h^{-1}$ ):

$$W_{02} = \frac{Q}{T_{02}}$$

Donde:  $T_{02} = T_1 + T_2 =$  tiempo operativo

3. Rendimiento o productividad por hora del tiempo productivo ( $W_{04}$ ) expresado en  $m^3$  por hora ( $m^3 \cdot h^{-1}$ ):

$$W_{04} = \frac{Q}{T_{04}}$$

Donde:  $T_{04} = T_1 + T_2 + T_3 + T_4 =$  tiempo productivo

4. Rendimiento o productividad por hora de tiempo de explotación ( $W_{07}$ ) expresado en  $m^3$  por hora ( $m^3 \cdot h^{-1}$ ):

$$W_{07} = \frac{Q}{T_{07}}$$

Donde:  $T_{07} = T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5 + T_6 + T_7 =$  tiempo de explotación

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Fragilidad del suelo forestal

Los resultados obtenidos, expresados en la tabla I, permiten plantear que las alteraciones provocadas por cosechas mediante tala rasa, ante una situación promedio de madereo, pueden provocar una pérdida de suelo al año posterior de la cosecha del orden de 1.76 - 3.54  $t \cdot ha^{-1}$  en sitios con pendientes de 8 - 18 %, registradas en parcelas de poca extensión, e incluso, llegar a valores altísimos del orden de 47 - 106  $t \cdot ha^{-1}$  de suelo perdido al año siguiente de la cosecha, con

laderas de extensión mayor a 150 m de largo y pendientes entre 25 y 30 % en suelos de muy alta fragilidad.

**Tabla. I. Valores de pérdidas de suelo registradas durante el período evaluado.**

Zona	Ladera		Pérdida de suelo al año (t.ha <sup>-1</sup> )
	Largo (m)	Pendiente (%)	
Rodal 1	100	20	0,029
		60	0,564
Rodal 2	800	30	1,563
		50	1,875
		60	3,926

Table. I. Values of floor losses registered during the evaluated period

Las pérdidas de suelo son mayores al ser mayor la pendiente y el volumen de arrastre de madera.

Con el objetivo de acercar las actividades silvícolas hacia un mayor grado de sustentabilidad, es necesario, que las prácticas se lleven a cabo tomando en consideración criterios de conservación de los componentes ambientales, en especial, el suelo, dada su trascendencia en la capacidad productiva del ecosistema forestal en su conjunto (Gayoso *et al.*, 1991).

Los estudios arrojan que, en general, la silvicultura realizada mediante prácticas de manejo adecuadas tienden a producir efectos relativamente benéficos en los suelos comparados con otros usos de la tierra; la cobertura del bosque tiende a prevenir la erosión, lo que favorece a la acumulación de materia orgánica en el suelo y a la conservación de sus nutrientes (Worrell y Hampson, 1997)

La cosecha forestal genera pérdidas de productividad del suelo, donde alcanza niveles de 15 - 50 %, ante situaciones de hasta un 320 - 700 m.ha<sup>-1</sup> de huellas de madereo, y cubre de 20 a 40 % la superficie total cosechada. Con un aumento de la densidad aparente (DA), en las huellas de madereo del orden de 1,53 veces la DA, arribaron a conclusiones similares Gayoso *et al.*, 1991.

### Desplazamiento o remoción

Esta categoría de alteración del suelo corresponde al movimiento físico del material edáfico, producto de actividades que implica una eventual exposición del suelo mineral, donde se determinan procesos de desplazamiento y remoción del suelo.

Las prácticas que pueden originar este tipo de alteración incluyen:

- Acción directa de equipos de extracción.
- Acción del arrastre de las trozas cosechadas.
- Pisoteo de animales empleados en cosecha.
- Movimiento de volúmenes de tierra en excavaciones u otras labores ligadas a la construcción de caminos forestales.

Los factores determinantes del desplazamiento de suelos son:

- pendiente del terreno (a mayor pendiente, mayor riesgo de desplazamiento).
- forma de la ladera.
- tipo de madereo en la cosecha.
- patrón del desplazamiento de los equipos.
- ancho y longitud de los caminos.

Utilización del tiempo de la jornada para las yuntas de bueyes.

Las yuntas de bueyes empleadas en la extracción y el apilado de madera tienen un 71.0 % del tiempo dedicado a la explotación y el 29.0 % del tiempo es perdido.

El mayor tiempo perdido es de 90.3 min provocado por la retirada de los boyeros antes de concluir la jornada de trabajo. Puede apreciarse un tiempo bajo de 10,8 min de pérdidas por causas organizativas, debido a que los animales no tienen altos rendimientos por jornadas. Díaz (2007), en su investigación, en la propia área de estudio, concluyó que las pérdidas por causas organizativas pueden minimizarse, si se efectúa una correcta organización antes de comenzar la jornada.

Dentro del tiempo de explotación la mayor pérdida de tiempo ocurre por tiempo de traslado vacío, dado por las largas distancias recorridas para garantizar la alimentación de los animales, la cual puede reducirse con el suministro de comida fresca o suplemento ganadero dentro de las áreas de trabajo coincidiendo con Otavo (1984). Esta mejora, en la obtención de alimento para el ganado, puede aumentar el tiempo de trabajo operativo a 4 h, valores que coinciden con los resultados obtenidos por Cordero (1995) en la extracción de trozas con yuntas de bueyes en Costa Rica; por otra parte, Malagón (2009) llegó a la conclusión de que



este tiempo perdido se redujo en un 40% donde se utilizan forrajes de caña y King grass almacenados en la propia área de trabajo.

A pesar de estas pérdidas de tiempos, la tracción animal para la extracción de trozas es una de las operaciones de mejor utilización del tiempo de explotación en el aprovechamiento de madera en los rodales de coníferas, resultados coincidentes con los de Valdés (2003) los que se expresan en la Tabla II.

**Tabla II. Valores de rendimiento obtenidos durante el acopio de madera con tracción animal**

Distancia (m)	Rendimiento (m <sup>3</sup> /h)		
	0 a 15 %	16 a 30 %	> 30 %
40	8,22	4,88	2,71
80	4,83	3,18	1,96
100	3,85	2,62	1,68
120	3,15	2,19	1,45
140	2,62	1,86	1,26
160	2,23	1,60	1,10
180	1,92	1,40	0,97
200	1,67	1,23	0,87
240	1,31	0,98	0,70

Table. II. Yield values obtained during the wooden storing with animal traction

### **Análisis del trabajo del conjunto animal**

La masa promedio de los animales estudiados fue de 739 kg. El animal de menos masa fue de 676 kg. y el de mayor de 847 kg. Esto denota que son animales grandes y corpulentos, de acuerdo con lo planteado por Sims (1987) y Smith *et al.* (1994), cuyos trabajos indican que los bueyes con masa superior a 600 kg son pesados y pueden desarrollar fuerza sostenida equivalente a la décima parte de su masa corporal.

Otro elemento a tener en cuenta es que el promedio de la masa estimada fue de 708 kg, es decir, 4% inferior a la masa promedio real (739 kg); este resultado permite considerar que la expresión planteada por Sims (1987) da valores aproximados a los reales, por lo cual puede usarse para estimar la masa en este grupo de animales.

La fuerza media de los animales fue de 724,9 N a 1.014 N, donde se consideran el 10 y el 14%, respectivamente, de su masa corporal, como parte dedicada a ejercer trabajo. La fuerza sostenible de la yunta va de 1,38 a 1,93 KN, para el 10 y el 14%, respectivamente, de la masa corporal de ambos animales.

Cuando los animales de la yunta tienen la misma masa, la fuerza del conjunto es la suma de la fuerza de los dos, pero cuando son de diferentes masas corporales, la fuerza del conjunto es el doble de la fuerza del animal más pequeño o de menos masa; a similares resultados llegó González (2006), en áreas aledañas a esta zona de estudios.

En este estudio se destaca que en todas las yuntas hay un porcentaje de energía del animal de mayor masa corporal que no se puede utilizar cuando se emplea yugo de nuca. Esto se debe a que en este yugo el punto de enganche está en el centro, a la misma distancia o con el mismo brazo de tiro para ambos animales, y si el animal de mayor masa desarrolla todas sus posibilidades energéticas, produce un giro que interrumpe el movimiento lineal del conjunto; estos resultados coinciden con los de Sibello y Febles (2012), obtenidos en suelos fersialíticos en el Escambray, Cuba.

En la tabla III se representa el análisis de varianza correspondiente a la interacción de estos indicadores con la distancia recorrida por los animales durante el traslado de la madera y el peso de la misma.

**Tabla III. Análisis de varianza de los indicadores de explotación**

<b>Fuentes de Variación</b>	<b>GI</b>	<b>Aprovechamiento del tiempo</b>	<b>Aprovechamiento de la fuerza</b>	<b>Productividad</b>
Distancia recorrida	1	0.49 ns	0.945 ns	0.67**
Peso de la madera	5	0.65 ns	0.87 **	0.65**
error	11	0.77	-	-

\*\_Significación para 0.05, \*\*\_Significación para 0.01, \*\*\* significación para 0,005 ns\_No Significativo

Table III. Analysis of variance of operating indicators

El resultado del análisis de varianza expresa que existe diferencia, al relacionar la productividad, con la distancia recorrida y el peso de la madera; lo que significa que el comportamiento del conjunto, desde el punto de vista de explotación, no tiene dependencia absoluta de las características del proceso de acopio, aunque si en el aprovechamiento de la fuerza que se ve determinado por el peso de la madera.

Según (Vento, 1999) estudios realizados en la provincia de Pinar del Río, la forma en que se une el conjunto de tracción animal para el trabajo, determina la maniobrabilidad durante la labor y puede influir en el aprovechamiento de la fuerza.

Si analizamos estos elementos para nuestro caso de estudio podemos inferir que las variaciones de la resistencia durante el acopio de madera son muy variables y dependen de factores como: la pendiente, condiciones del suelo y peso de la madera (Figura 1). La variación de la resistencia produce estrés en los animales y es otro elemento que incide negativamente en el rendimiento del conjunto, según consideró Jróbstov (1977), Ortiz (1992).

**Figura 1. Comportamiento de la resistencia al tiro durante la labor de acopio de Madera.**

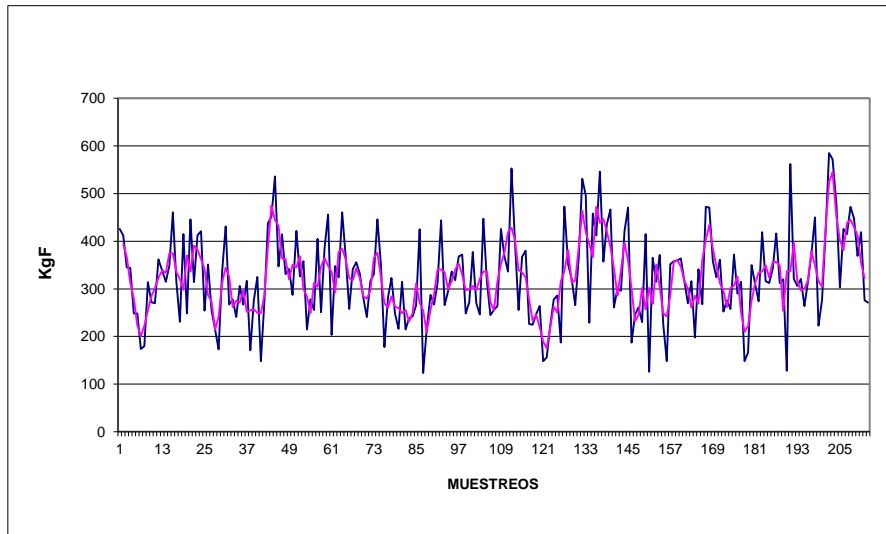


Figure 1. Behavior draw resistance during lumbering work.

## CONCLUSIONES

- Los resultados y su posterior análisis demuestran que las pérdidas de suelo fueron mayores en superficies de mayor pendiente con laderas de extensión mayor a 150 m de largo, en suelos de muy alta fragilidad.
- Dentro del tiempo de explotación, la mayor pérdida ocurre por traslado en vacío, dada por las largas distancias recorridas sin carga, lo que influye negativamente en la eficiencia.
- El empleo de tecnologías de tracción animal, en la extracción de madera, es una alternativa energética renovable, técnicamente aceptable, económicamente viable y socialmente deseable, lo que contribuye así a elevar los niveles de sostenibilidad de la actividad forestal.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- CORDERO, J.C. *Transferencia tecnológica en el uso de animales de trabajo*. Segundo Congreso Internacional de Tracción Animal. La Habana: Instituto de Investigaciones de Mecanización Agropecuaria, 1996.
- DEL RISCO, E. Y R. VANDAMA. *La conservación de la naturaleza en Cuba*. Madrid. España: Ed. Ciencia, 1986.
- DÍAZ Y. Evaluación del aprovechamiento de la fuerza de los animales de tiro en la zona agrícola de San Andrés. Tesis de Ingeniería inédita en Agronomía. Universidad de Pinar del Río, 2007.
- GAYOSO, J. IROUME, A. Compaction and soil disturbances from logging in southern Chile. *Ann. Sci. For*, 1991, 48, 63-71.
- GONZÁLEZ A. *Caracterización de los procesos erosivos en la finca de Horacio González Sánchez. Perteneciente a la CCS.F Jesús Suárez en Canalete*. Tesis de Ingeniería inédita en Agronomía. Universidad de Pinar del Río, 2006.
- MALAGÓN S. *Alimentación de los animales de tiro en la zona de San Andrés*. Tesis de Ingeniería inédita en Agronomía. Universidad de Pinar del Río, 2009.
- OTAVO, M. Propuesta de Indicadores edáficos para medir la sostenibilidad de los suelos Ferralíticos Rojos, de la provincia La Habana, Cuba. En: *Seminario Internacional de Cooperación y Desarrollo en Espacios Rurales*

- Iberoamericanos. Sostenibilidad e Indicadores*, 1984, p. 349-358.
- PULLEMAN, M. et al. Calidad del suelo y rentabilidad de la finca: una situación en la que todos ganan. *LEISA revista de agroecología*, 2008.
  - REYES, G. Diseño de una aplicación para el cálculo de la Ecuación de Universal de Pérdida de Suelos (USLE). En: *IV Congreso Internacional de Geomántica*, La Habana, Memorias. [CD ROM], 2004. ISBN 959-237-117-2.
  - RÍOS A. Y PONCE, F. *Tracción animal, mecanización y agricultura sostenible. Desarrollo alternativo, Publicaciones relacionadas: Transformando el Campo Cubano*. La Habana, 1995.
  - ROMERO M. P., SANTAMARÍA D. M. Y ZAFRA C. A. *Bioingeniería y suelo: abundancia microbiológica, PH y conductividad eléctrica bajo tres estratos de erosión*. Colombia: Umbral Científico. Fundación Universitaria Manuel Beltrán, 2009.
  - SARANDÓN SJ. et al. Evaluación de la sustentabilidad del manejo de suelos en agroecosistemas de la provincia de La Pampa, Argentina, mediante el uso de indicadores. *Revista Brasileira de Agroecología*, 2006, 1(1), 497-500.
  - SARANDÓN, S.J.; FLORES, CLAUDIA C. *Evaluación de la Sustentabilidad en Agroecosistemas: una propuesta metodológica. Agroecología 4*. Buenos Aires, Argentina: Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, 2009.
  - SIBELLO, R.Y. Y FEBLES, J.M. *Aplicación del modelo Morgan, Morgan y Finey (MMF) para la validación de la técnica del Cs en la Estación Experimental Escambray, Cuba*. VII Seminario de Cooperación y Desarrollo en Espacios Rurales Iberoamericanos, Sostenibilidad e Indicadores. Almería, 2012.
  - SIMS, B.G. Evaluación de la erosión de suelo en los valles interandinos de Bolivia. *Ceiba*, 1987, 43(2), 195-202.
  - SMYTH A.J., DUMANSKY J. Y SÁNCHEZ, J. A. Framework for evaluating sustainable land management. *Canadian Journal of Soil Science*, 1994, 75, 401-406.
  - VALDÉS, N. *Efectos de la tala rasa sobre la vegetación leñosa asociada a ecosistemas de pinares naturales en la US San Andrés*. Tesis Doctoral inédita en Ciencias Ecológicas. Universidad de Alicante, 2003.

- WORRELL, W. Y HAMPSON, D. *Predicting rainfall erosion losses. Aguide to conservation planning. USDA, SEA/AR agriculture handbook 537.* Waschington D.C: United States Department of agriculture, 1997.

**Aceptado:** 18/02/2015