

## Acciones de restauración para recuperación de suelos degradados en la zona costera sur de la provincia Guantánamo.

Illovis Fernández Betancourt<sup>1</sup>, Albaro Blanco Imbert<sup>2</sup>, Teudys Limeres Jiménez<sup>3</sup>, Marianela Cintra Arencibia<sup>4</sup>, José Ramón Fuentes Quintana<sup>5</sup>, Roberto Sanchez Rojas<sup>6</sup>, Abel Castillo<sup>7</sup> Antonio Pineda Labañino<sup>8</sup>

Fecha de recibido: 14 noviembre 2016

Fecha de aceptado: 18 enero 2017

### RESUMEN

En la zona costera Sur de la provincia Guantánamo existen comunidades en las cuales el mal manejo de sus tierras ha provocado la pérdida de numerosas hectáreas de suelo y por ende la biodiversidad de especies. Un ejemplo de esto lo constituye la comunidad "Los Cerezos", ubicada en el municipio Imías donde se encuentra enclavada la UBPC Eliomar Noa, la cual dedica el 99.2 % (1757,8 ha) de sus áreas a la ganadería, en colinas cubiertas de matorrales xerofíticos, con evidentes signos de degradación. Un método para revestir esta problemática lo constituye la restauración, el cual es considerado una técnica de conservación efectiva, para lograr mediante acciones artificiales, el ideal de recuperación de ecosistemas degradados hasta lo más cercano a las condiciones originales. El presente trabajo pretende evaluar los resultados alcanzados en la recuperación de los suelos de esta unidad a partir de técnicas de restauración. Se trabajó en un bosque fragmentado, sobre un suelo Fersialítico Pardo Rojizo Típico, donde se determinaron los factores limitantes (existencia de cárcavas, pendiente, profundidad efectiva, contenido de materia orgánica, pedregosidad y erosión) y otras afectaciones que puedan influir negativamente en el establecimiento de la vegetación, para la reforestación se utilizó el guayacán (*Guaiacum officinalis* L.) por su adaptabilidad al ecosistema. Las acciones de restauración permitieron crear las condiciones para la recuperación paulatina de estas áreas y mitigar la degradación de sus suelos, disminuyendo su pérdida en 1.036 t. ha<sup>-1</sup> por año por acumulación en las barreras. **PALABRAS CLAVE**/: *Guaiacum officinalis* , erosión, restauración, conservación, reforestación

<sup>1</sup> Ingeniera Forestal, investigador Auxiliar, Departamento de investigación, Instituto de suelos UCTB Guantánamo: [investigacion@suelos.gtm.minag.cu](mailto:investigacion@suelos.gtm.minag.cu)

<sup>2</sup> Ingeniero agrónomo, MsC, investigador Auxiliar, Departamento de investigación, Instituto de suelos UCTB Guantánamo: [investigacion2@suelos.gtm.minag.cu](mailto:investigacion2@suelos.gtm.minag.cu)

<sup>3</sup> Ingeniero agrónomo, MsC, investigador Agregado, Director del Instituto de suelos UCTB Guantánamo: [director@suelos.gtm.minag.cu](mailto:director@suelos.gtm.minag.cu)

<sup>4</sup> Lic. En Informática, investigador Auxiliar, Jefa del Departamento de investigación, Instituto de suelos UCTB Guantánamo: [gropinv@suelos.gtm.minag.cu](mailto:gropinv@suelos.gtm.minag.cu)

<sup>5</sup> Ingeniero agrónomo, especialista de ciencia y técnica, Departamento de investigación, Instituto de suelos UCTB Guantánamo: [serviciostecnicos2@suelos.gtm.minag.cu](mailto:serviciostecnicos2@suelos.gtm.minag.cu)

<sup>6</sup> Ingeniero agrónomo, especialista de ciencia y técnica, Departamento de investigación, Instituto de suelos UCTB Guantánamo: [serviciostecnicos1@suelos.gtm.minag.cu](mailto:serviciostecnicos1@suelos.gtm.minag.cu)

<sup>7</sup> Técnico agrónomo . Departamento de investigación, Instituto de suelos UCTB Guantánamo: [investigacion1@suelos.gtm.minag.cu](mailto:investigacion1@suelos.gtm.minag.cu)

<sup>8</sup> Técnico agrónomo , administrador de la UBPC Eliomar Noa. Los Cerezos. Municipio Imías. Guantánamo. [investigacion1@suelos.gtm.minag.cu](mailto:investigacion1@suelos.gtm.minag.cu)

## Restoring Actions to Recover Degraded Soil in the Southern Coastline of Guantanamo

### ABSTRACT

In the southern coastline of the province of Guantanamo, Cuba, there are communities that have lost several soil hectares and biodiversity caused by land mismanagement. "Los Cerezos" community is located in the municipality of Imias, within the "Eliomar Noa" UBPC (Basic Unit for Cooperated Production), which uses 99.2% of their areas for livestock raising. The land is on hills covered with xerophytic bushes, with clear signs of degradation. One choice to revert this situation is restoration; it is an effective preservation technique implemented by man to achieve optimum recovery of degraded ecosystems, close to their original states. The aim of this paper is to evaluate the results achieved after recovery of the local soils, using restoration techniques. Research was done in a fragmented forest, on typical red-brown fersiallitic soil, where the limiting factors were determined (rills, slopes, effective depth, organic matter content, rocks, and erosion), and other negative factors that may have an effect on vegetation growth. Common Lignum-vitae (*Guaiacum officinalis* L.) was used for reforestation due to its adaptability to the ecosystem. The restoration works helped create the conditions for progressive recovery of the areas and mitigate soil degradation, with a decrease in losses of 1 036 t. ha<sup>-1</sup> every year, through barrier accumulation.

**KEY WORDS/:** *Guaiacum officinalis*, erosion, restoration, preservation, reforestation

### INTRODUCCIÓN

Los bosques de la zona costera sur, son escasos y ralos, situación ocasionada por la tala indiscriminada de años anteriores, las cuales han hecho sentir sus estragos, aunque en realidad, por las propias características naturales de sequedad de estas tierras, los bosques no parecen haber sido exuberantes. Con anterioridad González (1999) había planteado entre las causas fundamentales de la deforestación en la zona, la tala de árboles para la construcción de naves, casas y muebles; la expansión de la ganadería y la utilización de leña para la industria azucarera, usos domésticos y artesanales.

Además, la situación de la zona es marcadamente diferente, debido a su topografía. Gran parte de esta área consiste de colinas cubiertas de matorrales xerofíticos, utilizados principalmente para el pastoreo de ovejas, cabras y ganado mayor. Se utiliza un sistema de explotación extensiva por parte de cooperativas y campesinos independientes, cuyas posibilidades de rotación del ganado en las áreas están limitadas por los recursos financieros disponibles. (Urquiza, *et al.*, 2009).

Estos ecosistemas están muy degradados o destruidos, y han perdido sus mecanismos de regeneración y en consecuencia es necesario asistirlos, en lo que se denomina restauración activa o asistida (sucesión dirigida o asistida). La restauración activa implica, que con intervención humana, se ayude el ecosistema para superar tensionantes que impiden la regeneración y garantizar el desarrollo de procesos de recuperación. (Vargas, 2011)

Una alternativa para recuperar estas áreas degradadas, lo constituye la restauración ecológica, que no es más que el proceso de apoyar la recuperación de un ecosistema que ha sido degradado, dañado o destruido (SER 2004; Clewell *et al.*, 2005). Además de la recuperación de las

condiciones ambientales (vegetación, flora, fauna, agua, y suelo) del ecosistema perturbado (Aronson *et al.*, 2007) y al aumento en la resiliencia de los ecosistemas (Lamb *et al.*, 2011).

En este proceso se trata no solo de rescatar especies, sino recuperar las interacciones y procesos ecológicos donde las especies están relacionadas entre sí con el medio abiótico (Jiménez *et al.*, 2002), devolviéndole en el tiempo su estructura, composición diversidad de especies y funcionamiento de la manera más cercana a su estado original.

Matos y Ballate, (2006) consideran esta técnica de conservación como la más efectiva para lograr mediante acciones artificiales, el ideal de recuperación de ecosistemas degradados hasta lo más cercano a las condiciones originales, ya que esta presupone el uso de especies propias del ecosistema y está dirigida a la recuperación de hábitats locales o territoriales, su diversidad, abundancia, dinámica, y características fisonómicas. Esta técnica incluye el estudio del desarrollo de las especies de flora desde su fase inicial hasta su fase de madurez (fisiológica y reproductiva), estudios de suelo, cambios físicos, estudio de la diversidad biológica de la flora, integración de la fauna terrestre, generación de alimentos para la población y para la fauna, control de la erosión y fertilidad del suelo, entre muchos otros aspectos, (Sol *et al.*, 2001), es decir correlacionar los factores sociales, económicos y científicos que afecta a espacios, personas, expectativas e intereses muy variados (Jiménez *et al.*, 2002).

Por estas razones el presente trabajo se desarrolló como objetivo de realizar acciones de restauración ecológicas para la recuperación de suelos degradados en la zona costera sur de la provincia Guantánamo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó durante el período de enero 2014 a octubre del 2016, en áreas de la UBPC Eliomar Noa la cual se encuentra ubicada entre la Sierra del Purial y la costa sur en una zona conocida como “Los Cerezos”, en el municipio Imías de la Provincia Guantánamo.

Esta localidad presenta un clima Semidesértico, con temperaturas elevadas todos los meses y con tendencia a incrementarse, con una media anual de 26,6 0C. La humedad relativa va aumentando desde la costa hacia la montaña y vertiente norte donde promedia anualmente entre 84 y 86 %, en tanto la precipitación es muy pobre con sólo 554,0 mm como promedio anual y una gran variabilidad temporal (Baza, 2012).

Para el estudio se seleccionó un área bajo un bosque xerofítico en el cual identificaron las especies del estrato arbóreo a partir de muestreos sistemático de forma aleatoria (Bisse, 1988) en parcelas rectangulares de 500 m<sup>2</sup>. Se evaluó su estado actual y se calculó la abundancia relativa de la especie según metodología descrita por Lamprecht (1990) y Keels *et al.* (1997).

Abundancia absoluta (Aa).

Aa = Número de individuos de una especie Abundancia relativa (Ar).

Ar = Número de individuos de una especie x 100

Sumatoria de Aa de todas las especies

Se determinaron los factores limitantes (existencia de cárcavas, pendiente, profundidad efectiva, contenido de materia orgánica, pedregosidad y erosión) a partir del estudio genético de los suelos de la Provincia Guantánamo (Mapa de suelos Escala 1:25 000, 1990) siguiendo la metodología

establecida por el Ministerio de la Agricultura (1982), aplicando la Clasificación Genética (1975) y una correlación con la Nueva Versión (Hernández et al., 1999).

Para ejecutar las labores de rehabilitación se seleccionaron 2 hectáreas, en los calveros existentes se realizaron acciones de reforestación con enriquecimientos en grupos pequeños, para ello se siguió la metodología descrita por Matos y Ballate, (2006). Además, se realizó la estabilización de las cárcavas existentes según Fuentes y Martínez (2001), Las medidas de conservación de suelos se realizaron según lo establecido en la norma cubana NC 881:2012

Para determinar de la acumulación de suelos en las barreras se utilizó la metodología descrita en el manual de procedimientos de para el MST (Urquiza et al., 20011).

Para la reforestación se utilizaron posturas de *Guaicum officinalis* L obtenidas en el vivero de Cajababo perteneciente a la Empresa Forestal Integral Imías. Las mismas fueron plantadas en hoyos de 30x40cm, distribuidos en curvas de nivel a tres bolillos a 2.5 x 2.5 m de distancia. Se aplicó humus de lombriz a razón de 2.5 Kg/ hoyos.

Las labores de mantenimiento de las plantaciones se realizaron según lo establecido por Álvarez y varona (2006), se arrojó el suelo con restos vegetales para disminuir la evaporación del agua y el brote de hierbas. Se evaluó el porcentaje de supervivencia cada seis meses.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al analizar el estado del bosque xerofítico se pudo apreciar que este se encuentra fragmentado debido a la destrucción del hábitat, por causa de las actividades humanas, agrícolas y ganaderas, las cuales llegan a transformar los ecosistemas naturales en paisajes fragmentados o parches de vegetación.

El inventario forestal arrojó un total de 62 individuos distribuidos en 14 especies y 14 géneros pertenecientes a 12 familias (Tabla 1), con la mayor abundancia para *G. officinalis* y *L. leucocephala*, especies que estuvieron representadas por más de 10 individuos, resultados que confirman la gran adaptabilidad del *G. officinalis* a las condiciones de suelo y clima presente en esta zona. La familia Mimosaceae se destaca por su mayor abundancia.

Tabla 1. Inventario florístico y abundancia en el bosque xerofítico del sitio Los Cerezos, Imías.

Familia	Nombre vulgar	Nombre científico	Aa	Ar
Boraginaceae	Baria	<i>Cordia gerascanthus</i> L	2	1,64
	Raspa lengua	<i>Bourreria virgata</i> (Sw.)	8	6,56
Caesalpinaceae	Carbonero	<i>Senna obtusifolia</i> (L.) H.S. Irwin & Barneby	5	4,1
Clusiaceae	Espuela de rey	<i>Rhedia polyneura</i> Urb	3	2,46
Erythroxylaceae	Frijolillo	<i>Erythoxylon rotundifolium</i> Lunan	6	4,92
Fabaceae	Yamaquey	<i>Belairia mucronata</i> Griseb.	5	4,1
Meliaceae	Caoba antillana	<i>Swietenia mahagoni</i> (L.)Jacq.	2	1,64
Malpighiaceae	Palo bronco	<i>Malpighia albiflora ssp. Antillana</i>	7	5,74
Mimosaceae	Leucaena	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam) de Wit	11	9,02
	Marabú	<i>Dichrostachys cinerea</i> (L.) Wight & Arn	6	4,92
Oleaceae	Negra cuba	<i>Thouinia spp.</i>	5	4,1
Sterculiaceae	Guásima	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam	4	3,28
Malvaceae	Guásima baria	<i>Luehea speciosa</i> Willd.	5	4,1
Zigofiláceas	Guayacán	<i>Guaicum officinalis</i> L	13	10,66

Aa: Abundancia absoluta Ar: Abundancia relativa

Se constató el predominio de árboles y arbustos xerofíticos que mantienen su follaje todo el año, algunos caracterizados por la presencia de espinas u hojas espinosa-dentadas, como son los casos de los *agaves*, cactus (*Stenocereus fimbriatus* (Lam.)), yamaquey (*Belairia mucronata* Griseb.), Espuela de Rey (*Rheedia polyneura* Urb.), Negra Cuba (*Thouinia sp*) y Guayacán (*Guaiacum officinalis* L.) que resultó el más predominante en esta asociación.

Otros autores han destacado que la presencia de estos árboles y arbustos como parte de la vegetación, determinan la clasificación de las formaciones vegetales (Bisse 1988), clasifica, esta formación vegetal influenciada fuertemente por la presencia de numerosos árboles xerofíticos, como monte seco.

Los resultados indican que este bosque se caracterizó por la presencia de especies de poco valor económico e indicadoras de vegetación secundaria, como *L. leucocephala*, *G. ulmifolia* Lam, *D. cinerea* y *Senna obtusifolia*, coincidiendo con Álvarez y Varona (2006) al plantear que son especies de rápido crecimiento que se desarrollan en bosque donde la vegetación original ha sido destruida, producto en los fundamental a la actividad humana y agropecuaria, que ocasionan la destrucción del hábitat, llegando a transformar estos ecosistemas naturales en paisajes fragmentados o parches de vegetación.

La presencia de especies invasoras como *L. leucocephala* y *D. cinerea* en gran parte del área, pudo haber influido en la poca regeneración de especies autóctonas. Oviedo, *et al* (2012) había hecho referencia a los problemas que este tipo de planta puede ocasionar en diferentes plantaciones por los que las reportó en el listado nacional de especies invasoras en Cuba. por otro lado Regalado, *et al* (2012) plantea que estas son especies exóticas con poblaciones auto-reemplazables durante numerosos ciclos de vida, que producen abundante descendencia fértil a distancias considerables de los parentales o del sitio de introducción y que tienen la capacidad de dispersarse a largas distancias y provocar daños considerables a otras plantaciones.

El área seleccionada a restaurar presenta un suelo del Agrupamiento Fersialítico, Tipo Pardo Rojizo, Subtipo lixiviado, sustentado sobre Roca Ígneas Básicas, saturado, presenta contacto Lítico, poco profundo, medianamente humificado, fuerte erosión, textura loam arenosa, mediana gravillosidad (16-50%), pedregoso (0.2-3%), profundidad efectiva en la parte más elevada es de 10 cm y en la baja 20 cm, la pendiente es fuertemente ondulada (8.1-16.0%), con un drenaje excesivo.

El pH en KCl es clasificado como ligeramente alcalino (7.41), (MINAG, 1984). La materia orgánica (MO) es catalogada como alta 4.47%. El Fósforo asimilable ( $P_2O_5$ ) con valor de 2,00 mg.100g<sup>-1</sup> es evaluado de bajo, mientras que el Potasio asimilable ( $K_2O$ ) con valor de 50.0 mg.100g<sup>-1</sup> es calificado de alto, en ambos casos los valores disminuyen con la profundidad.

A partir de los factores limitante identificados se establecieron un conjunto de medidas para el mejoramiento y la conservación de los suelos para contrarrestar el efecto negativo de los procesos erosivos presentes en la mayoría de las áreas. La construcción de tranques barreras vivas y muertas (63) y la corrección de cárcavas (17), resultaron medidas que un mayor número se ejecutaron para la disminuir las frecuentes pérdidas de suelo que afectan estos ecosistemas, lográndose retener 1,036 t. ha<sup>-1</sup> y disminuir la cantidad de suelo que se pierde anualmente.

Al analizar la supervivencia del *G. officinalis* (Tabla 2), se encontró que inicialmente esta fue capaz de resistir las condiciones del entorno al no reportarse muerte en este periodo, comportamiento que pudiera estar relacionado con los efectos que proporcionan las medidas silviculturales implementadas para la especie, las cuales estuvieron respaldadas por aplicaciones de riegos. En tal sentido Álvarez y Varona, (2006) plantearon que para que exista una buena

supervivencia en los primeros meses de la plantación debe tener una óptima preparación del sitio de plantación y condiciones agrometeorológicas apropiadas.

Tabla 2. Porcentaje de supervivencia de las especies en las áreas evaluadas.

Área del bosque fragmentado	Porcentaje de supervivencia (%)			
	6 meses	12 meses	18 meses	24 meses
<i>Guaiaacum officinalis L</i>	100	80	78	78

Resultados diferentes se encontraron a partir de los 12 meses, donde se observa una disminución del porcentaje de supervivencia, situación que pudo estar influenciada diferentes factores dentro de los que vale destacar, el no suministró de agua para el riego, el pastoreo de animales en el área y las escasas precipitaciones ocurridas durante este periodo.

A pesar de ellos se pudo comprobar que los brinzales de guayacán mostraron su capacidad de resistir a condiciones de extrema sequía, por ser este un árbol de crecimiento lento capaz de sobrevivir en sitios con suelo muy pobre, calcáreos, poco profundos, pedregosos de costa y también en los montañosos por lo que su plantación en condiciones de bosque seco o xerófilo, constituye una alternativa para la restauración de áreas degradadas. John (1993) y Ponce y Jiménez, (2003) han reportado buenos resultados con esta especie en áreas degradadas y con altos niveles de salinidad.

Con relación al comportamiento climático de esta zona Baza (2012), destaca que esta es considerada como una zona semidesértica, donde las precipitaciones son escasas, con promedios anuales de 550 mm y describe la gran variabilidad interanual de las precipitaciones y la presencia de semipermanentes procesos de sequía.

La implementación de este resultado permitirá establecer los primeros pasos para la recuperación de las áreas degradadas de la comunidad trabajada, lo que ayudará a mantener el equilibrio en estos ecosistemas. Con respecto a esto Barrera (2005) plantea que con los enriquecimientos en los bosques degradados se inicia la restauración ecológica la cual tiene como propósito restablecer los atributos perdidos en términos de estructura y función a las áreas transformadas

## CONCLUSIONES

Las acciones de restauración permitieron crear las condiciones para la recuperación paulatina de estas áreas y mitigar la degradación de sus suelos, disminuyendo su pérdida en 1.036 t. ha<sup>-1</sup> por año por acumulación en las barreras.

## REFERENCIAS

- Álvarez, P. y Varona, J. (2006). Silvicultura. -- C. Habana: Pueblo y Educación; -- 390p. Tercera reimpresión.
- Aronson, J., S. J. Milton, y J. N. Blignaut. (2007). Restoring Natural Capital: Definitions and rationale. Pp. 3 - 8 En: J. Aronson, S. J. Milton, y J. N. Blignaut, editores. Restoring Natural Capital: Science, Business and Practice. Island Press, Washington, D. C. EE.UU.
- Baza, L. (2012). Informe sobre de las condiciones climáticas de los sitios demostrativos “Los Cerezos, Imías. Centro Meteorológico Provincial Guantánamo. Proyecto 1 OP-15. Centro de Investigación suelos Guantánamo, Guantánamo (ISMET). Inédito. Cuba. 5p.
- Bisse, J.(1988). Árboles de Cuba. La Habana, Cuba: Científico- Técnico. 369p.

Clewell A., Rieger J., Munro J. (2005). Guidelines for Developing and Managing Ecological Restoration Projects, 2. Recuperado de: [www.ser.org](http://www.ser.org) and Society for Ecological Restoration International.

Fuentes, A. y Martínez, O. (2001). Manual Técnico de estabilización y forestación de cárcavas en cuencas hidrográficas. - - C: Habana: AGRINFOR. 43 p.

Jiménez, P. J., O. Aguirre C., E. Treviño G., E. J. Garza, S. Medellín., G. Alanis F. Y E. Canales. (2002). Priorización: Grados de Riesgo y Daño en el Área y Vegetación. En: Curso de Restauración de Áreas Quemadas para ONG'S Conservacionistas. Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza. Agencia para el Desarrollo Internacional de Estados Unidos. 20 p.

John, F. (1993). Guaiacum officinale L. Lignumvitae, guayacán. SO-ITF-SM-67. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 4 p.

Lamb, D., A. Andrade, G. Shepherd, K. Bowers, y S. Alexander. (2011). Building resilience when restoring degraded ecosystems: Improving biodiversity values and socioeconomic benefits to communities. Pages 57-59 En: Secretariat of the Convention on Biological Diversity, editor. Contribution of Ecosystem Restoration to the Objectives of the CBD and a Healthy Planet for All People. Resúmenes de los carteles presentados en la décimo quinta reunión del Órgano de Asesoramiento Científico, Técnico y Tecnológico del Convenio sobre Diversidad Biológica. Series técnicas No. 62. SCBD, Montreal, Canadá.

Matos, J. y Ballate D. (2006). El ABC de la Restauración Ecológica. Empresa Nacional para la Protección de la Flora y la Fauna. Ed. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Santa Clara. Cuba.

Ponce D. y Jiménez M.. (2003). Selección de especies a utilizar en la reforestación de áreas afectadas por la desertificación y la sequía. Instituto de investigaciones Forestales. Recuperado en <http://www.fao.org/docs/eims/upload/cuba/1061/cuf0109s.pdf>

Regalado L., González L., Fuentes I. y Oviedo R. (2012.) Las plantas invasoras. Introducción a los conceptos básicos. Bissea 6 (NE 1) - Febrero

Sol, A., Zenteno C. E., Zamora L. F. y Torres, E. (2004). Modelos para la restauración ecológicas en áreas alteradas. División Académica de Ciencias Biológicas- UJAT. Kuxulkab. Revista de Divulgación. Costa Rica. Vol. VII, No 14. Jiménez, A. García, M., Sotolongo, R., González, M. y Martínez M. 2010. Productos forestales no madereros en la comunidad Soroa, Sierra del Rosario. Revista Forestal Baracoa 29(2):83-88.

Urquiza, N., Maria, C., A.; Flores, L, Ricardo, M. P., Aguilar Y. (2009). Programa de asociación del país. Proyecto1-fortalecimiento de capacidades para el planeamiento, toma de decisiones y sistemas regulatorios // sensibilización //l Manejo Sostenible de Tierras. CIEGA. CITMA, 201P.

Vargas, O. (2011). Restauración ecológica: biodiversidad y conservación. Acta Biológica Colombiana, Vol. 16, Núm. 2. 26 p. Recuperado de: <http://revistas.unal.edu.co/index.php/actabiol/rt/prinFRIENDLY/19280/28009>.