

# RIACRE

# Boletín

Volumen 1 / N° 2

Boletín divulgativo de la Red Iberoamericana y del Caribe de Restauración Ecológica  
Tercer trimestre Julio - Septiembre 2007

## Contenido

Editorial.....	1
Noticias.....	2
Proyectos.....	3
Artículo periodístico.....	6
Artículo divulgativo.....	8
Eventos.....	12
Misceláneas.....	13
Fechas de significación ambiental.....	13

## Editorial

La Red Iberoamericana y del Caribe de Restauración Ecológica (RIACRE), recientemente constituida comienza a realizar pequeñas acciones para consolidar su futuro funcionamiento en su período inicial de organización.

Entre las tareas que en estos momentos se ejecutan están: la revisión de sus estatutos, la publicación trimestral de este boletín divulgativo y la búsqueda de fuentes de financiamiento. No obstante, podemos comenzar a realizar otras acciones también importantes que contribuirán al crecimiento de nuestra Red y el cumplimiento de su objetivo: integrar y llegar a todos; lo que se lograría a través de la formación de grupos locales, sobre todo, en aquellos países donde aun no existan. Esta tarea puede ser asumida por cualquier interesado dispuesto a sacrificar parte de su tiempo y un poco de sí mismo en aras de los demás.

Como vemos, ninguna de estas acciones necesitan financiamiento para lograrlas, solo motivación, compromiso, comprensión de la necesidad de hacerlo, y un poco de esfuerzo personal; pero algo sí es importante: la colaboración de todos.

RIACRE se propone ser abierta, independiente y participativa. Abierta a las nuevas ideas, a la incorporación de todos, a la integración Iberoamericana, a las críticas constructivas, al mejoramiento. Independiente, porque tomaremos nuestras propias decisiones, definiremos nuestro rumbo, y seremos responsables de nuestros errores. Participativa; bueno, ¡Eso depende de usted!

Participar de las actividades de forma física o con su opinión es para usted un derecho, pero para el desarrollo y funcionamiento de la RIACRE, es imprescindible.

## Junta coordinadora

Los coordinadores por un período transitorio de dos años (en orden alfabético) son:

Fernando Bustos Véliz (Chile)  
[fernandobustos@uach.cl](mailto:fernandobustos@uach.cl)

Jesús Matos Mederos (Cuba)  
[sisrec2007@uclv.edu.cu](mailto:sisrec2007@uclv.edu.cu)

José Baez Ureña (República Dominicana)  
[reforestacion@codetel.net.do](mailto:reforestacion@codetel.net.do)

Mauricio Balensiefer (Brasil)  
[mauricio@sobrade.com.br](mailto:mauricio@sobrade.com.br)

Escuela de Restauración Ecológica  
(Colombia)  
[barreraj@javeriana.edu.co](mailto:barreraj@javeriana.edu.co)

# Noticias

Están a disposición de todos los interesados, diez nuevos fascículos de la Enciclopedia Zoobotánica, los mismos han sido dedicados al tema de flora y fauna de Uruguay, Argentina, Brasil y Paraguay.

En esta oportunidad, cuatro fascículos tratan sobre la flora nativa (compuestas y leguminosas), dos a reptiles nativos (tortugas marinas, dulceacuícolas y yacaré), dos fascículos a mariposas nativas, uno a mamíferos nativos y uno a aves autóctonas.

Todos los fascículos contienen una muestra fotográfica de las características de cada una de las especies, así como una ficha técnica muy completa y actualizada con las últimas investigaciones realizadas. En el caso de las especies vegetales se pueden encontrar las propiedades medicinales de cada especie, formas de reproducción, etc.

Los interesados en estos materiales podrán solicitarlos o suscribirse a [guyunusa@gmail.com](mailto:guyunusa@gmail.com) o encontrar información sobre el Plan de la Obra en la web: <http://guyunusa.com/cms/content/view/1/2/>

REPÚBLICA DOMINICANA 2007. La fundación, **Programa de Acción Comunitaria por el Medio Ambiente "PACMA"**, celebró el día mundial del medio ambiente junto a las autoridades de la secretaria de medio ambiente, policía ambiental y el Servicio Nacional de Voluntarios para la Protección Ambiental de la República Dominicana.

Miembros del Programa PACMA plantaron cien plantas nativas en los patios de la policía ambiental



Sr. Isaias Lara K., Director del PACMA y Sr. Max Puig, Director de la Secretaría del Medio Ambiente de la Rep. Dominicana, dando declaraciones a la prensa por el día mundial del medio ambiente.



MÉXICO. En estos momentos se está impartiendo el diplomado "Restauración de Zonas Semiáridas". Este diplomado, como cada año, es organizado por la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza; la carrera de biología y la Academia de Ecología, en la Universidad Nacional Autónoma de México.

El mismo tiene como objetivo: "Formar profesionales que tengan la capacidad para diagnosticar, diseñar y establecer modelos de restauración ecológica en ecosistemas semiáridos" y consta con los siguientes módulos de estudio:

- I. Problemática de las zonas semiáridas y bases de la Restauración.
- II. Grupos funcionales del ecosistema.
- III. Rehabilitación del suelo.
- IV. Establecimiento de una cubierta vegetal.
- V. Reintroducción de microorganismos del suelo.
- VI. Evaluación de la restauración ecológica.

Salidas a campo (1 día)

Presentación de proyectos de investigación.

En esta edición tiene una matrícula de 25 alumnos mexicanos, pero está abierto a la participación de estudiantes de toda Latinoamérica.

El diplomado comenzó el 12 de mayo y culmina el 8 de diciembre de 2007.

Para informaciones sobre esta o futuras ediciones del diplomado pueden contactar a sus coordinadoras Esther García Amador y M<sup>a</sup> Socorro Orozco Aldama, e mail: [esthermga2003@yahoo.com.mx](mailto:esthermga2003@yahoo.com.mx) o [socoor@correo.unam.mx](mailto:socoor@correo.unam.mx)

## **RESTAURACION DE BOSQUES QUEMADOS: Cuando las especies nativas no pueden recolonizar**

Directora: Miriam E. Gobbi.

Integrantes docente: Javier G. Puntieri

Integrantes alumnos (voluntarios): Alfonso Aguilar, Benjamín Catalán, Mavi Erbin, Analía Fantini, Andrea Fassi, Noelia Figueroa, Mario Llanquino, Ana Eugenia Mari, Miriam Matuz, Carina Pérez y Nicolás Riccardi.

Departamentos: Biología General y Botánica. Centro Regional Universitario Bariloche. Universidad Nacional del Comahue, **Argentina**.

Financiamiento: Programa de Voluntariado Universitario, Convocatoria 2006. Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología, **Argentina**.

Email: [mgobbi@crub.uncoma.edu.ar](mailto:mgobbi@crub.uncoma.edu.ar)

Los incendios son fenómenos frecuentes y devastadores en los bosques Andino Patagónicos, generalmente de origen antrópico.

Sobre las áreas incendiadas se superponen actividades humanas que dificultan o imposibilitan el avance del bosque nativo, como por ejemplo ganadería, extracción de leña, plantaciones de coníferas exóticas y urbanizaciones.

Desde varias instituciones científicas se han realizado aportes importantes al conocimiento de la dinámica post-fuego de estos bosques y se dispone de información básica para dar lugar al inicio de actividades que conduzcan a recuperar dichas áreas. Existen antecedentes de actividades de restauración con la participación de grupos de la comunidad con resultados muy satisfactorios (Proyecto de restauración del Bosque Nativo Andino Patagónico, Asociación Civil Sembrar).

En el año 2006 el Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología de Argentina ha dado inicio al Programa de Voluntariado Universitario

Con el objetivo de “promover prácticas de intervención realizadas por los estudiantes universitarios, destinadas a atender necesidades y demandas de una comunidad específica, en función de favorecer la excelencia académica y la responsabilidad social de los futuros profesionales”.

En el marco de este programa se ha financiado este proyecto que pretende que:

- i) Los voluntarios (estudiantes universitarios de las carreras) hagan contacto con actividades de restauración de bosques degradados como una forma de toma de conciencia sobre las responsabilidades que como ciudadanos, y en el futuro como profesionales, les compete en cuanto a la conservación de los recursos naturales, transferencia y generación de conocimientos sobre el medio ambiente y en la reparación de ambientes alterados y
- ii) Los distintos grupos de la comunidad se constituyan en agentes activos de recuperación de los bosques.

Las actividades realizadas en este proyecto son:

- *Formación de los voluntarios*: talleres de formación teórico-prácticos, salidas a campo.

Preparación de material didáctico gráfico y de difusión. Adaptación de contenidos y actividades a las características de los grupos.

La elección de los grupos con los que se trabaja depende de las propuestas que efectúen los voluntarios y de los requerimientos de distintos sectores de la comunidad. En la elección de los sitios quemados a reforestar se consideran las propuestas de los grupos de la comunidad.

- *Encuentros con grupos de la comunidad preocupados por los incendios de bosques e interesados en participar en prácticas de restauración*: discusión de la problemática de los incendios en bosques, comentarios de percepciones y experiencias

previas, organización del trabajo a campo, salida a campo, plantación de especies nativas que estuviesen presentes en el sitio previo al incendio, implementación otras acciones tendientes a mejorar las condiciones de recuperación del bosque y evaluación de las actividades realizadas.

- *Evaluación:* tanto del impacto de las actividades propuestas en los grupos como de la eficiencia de las acciones implementadas a campo (supervivencia de plantines de nativas).

Devolución de los resultados a los grupos participantes.

Durante todo el desarrollo del trabajo se ha tenido especial consideración a: la interpretación de las características ambientales indicadoras de deterioro ambiental, la búsqueda de condiciones de micrositio que aumenten las probabilidades de supervivencia de los plantines, la importancia de reforestar con especies nativas y, en lo posible, de procedencias próximas a los fines de mantener la variabilidad genética

Las actividades planteadas han estado destinadas principalmente a estudiantes de distintos niveles, grupos de jóvenes de barrios próximos a áreas con alta incidencia de incendios, estudiantes de escuelas rurales y grupos de personas con discapacidad y grupos de asociaciones ambientalistas.

#### **Otras instituciones involucradas:**

Este proyecto cuenta con el aval de la Intendencia del Parque Nacional Nahuel Huapi, Administración de Parques Nacionales, Asociación Civil Sembrar, Asociación Ambientalista Piuke, Comunidad del Lima, y Sociedad Naturalista Andino-Patagónica.



#### **Tomado del boletín 01 del proyecto Pisca**

BRASIL. El Proyecto Pisca inició su historia en 2001 con un grupo de profesores y alumnos de Escuela Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ) que querían realizar acciones socioambientales dentro de una cuenca hidrográfica del entorno de ESALQ.

A partir de esa idea innumerables actividades fueron realizadas en los últimos seis años en la cuenca de ribeirão Piracicamirim, teniendo como principio guía de sus trabajos que cada uno de los 95 000 moradores y usuarios, personas y organizaciones de la cuenca de Pisca pudiesen sentirse capaces de transformar su propia realidad, formando una gran red de información, comunicación, cooperación y acción.

Este proyecto cuenta con el apoyo financiero del ministerio de Medio Ambiente por medio del Fondo Nacional de Medio Ambiente para realizar una serie de acciones volcadas a la articulación, comunicación y formación de actores en esta cuenca con el objetivo de su restauración forestal.

Recientemente este proyecto publicó el primer número de su boletín informativo, para más información contacte al correo: [pisca@esalq.usp.br](mailto:pisca@esalq.usp.br)

## PLANTACIÓN DE *NOTHOFAGUS PUMILIO* (LENGA) COMO TÉCNICA DE RECUPERACIÓN DE BOSQUES XÉRICOS QUEMADOS

Responsables: Miriam E. Gobbi y Santiago A. Varela.

Centro Regional Universitario Bariloche - Universidad Nacional del Comahue y Vivero Forestal Bariloche. Proyecto de restauración del Bosque Nativo Andino Patagónico, **Argentina**.  
E mail: [mgobbi@crub.uncoma.edu.ar](mailto:mgobbi@crub.uncoma.edu.ar)

La lenga, *Nothofagus pumilio* ((Poep. et Endl.) Krasser) es, por la superficie que ocupa, la especie de mayor importancia en los bosques Andino, con una distribución latitudinal que va desde los 36° 50' a los 55° 2' de latitud Sur. Por sus funciones ecológicas (protectora de cabeceras de cuencas, refugio de especies nativas, muchas de ellas endémicas), por su valor paisajístico y su potencial económico (especie maderable) puede definirse como la especie forestal más significativa a ambos lados de los Andes patagónicos, tanto en Chile como en Argentina.

Esta especie se caracteriza por una producción y viabilidad de semillas altamente variable de año a año y una supervivencia de plántulas altamente dependiente de las condiciones de luz, humedad y temperatura ambientales.

A pesar de la importancia que todos los aspectos citados confieren al bosque de lenga, en la actualidad, éste se ve amenazado por tres factores antrópicos relevantes: fuego, sobrepastoreo y la explotación de madera no planificada, haciendo que la recuperación de los mismos sea sumamente lenta y variable.



Bosque quemado de *Nothofagus pumilio*



Postura de *N. pumilio* protegida de la herbivoría



Los bosques de lenga han sufrido grandes y numerosos incendios en el último siglo y muestran desarrollo post-fuego altamente variable.

Los principales factores que limitan el re-establecimiento de la especie después del fuego son la falta de árboles adultos (aporte de semillas, protección contra la radiación y mejora en las condiciones de humedad del suelo) y la herbivoría, que ejerce una presión mayor en bosques con alta mortalidad del dosel arbóreo.

El objetivo general es aportar al conocimiento de estrategias que permitan restaurar áreas de bosque de lenga quemado, en particular se estudia la supervivencia y las tasas de crecimiento de individuos plantados bajo la protección de arbustos, considerando exposición y protección a la herbivoría.

El estudio se inició con la plantación, en el año 2005, de *N. pumilio* en un bosque de lenga quemado en 1996, ubicado en el Parque Nacional Nahuel Huapi, Argentina.

En el diseño del ensayo se consideró la exposición de los sitios (laderas N y S), la presencia de arbustos como especies nodriza y la protección contra la herbivoría. Se evalúa supervivencia al invierno y el verano, efecto del tipo de nodriza, crecimiento y la tasa de área foliar.

CUBA. La Empresa Nacional para la Protección de la Flora y la Fauna realiza un proyecto de restauración de la población de *Melocactus actinacanthus* Areces. Esta especie habita exclusivamente en un farallón serpentínico en la Reserva Florística Manejada Sabanas de Santa Clara cerca al poblado "Revacadero" en la provincia de Villa Clara, Cuba.

Esta especie fue descrita por Areces en 1976; en estos momentos la población natural no sobrepasa los 50 individuos, por lo que es considerada como una especie en peligro crítico de extinción.

Entre las acciones que se realizan están: Caracterización del hábitat de esta especie, determinación de los factores limitantes y tensionantes, propagación, e introducción a nuevas zonas, reforzamiento de la población natural y seguimiento de los resultados.

La propagación de esta especie no es difícil, a no ser por la carencia de semillas, las cuales mediante cultivo tradicional producen plántulas que alcanzan una talla adecuada para llevarlas al campo después de dos o tres años.

En la actualidad se utiliza la germinación *in vitro*, solución que ha venido a resolver el problema de la supervivencia en vivero, propicia mejores tasas de crecimiento, y se obtienen plantas sanas, entre otras ventajas.

En estos momentos se llevó al campo una pequeña población de 10 individuos obtenidos por esta técnica y se monitorea su adaptación y comportamiento fenológico.

El proyecto incluye un fuerte programa de educación ambiental en la comunidad cercana a esta población amenazada, donde los niños son los protagonistas fundamentales en las actividades ambientalistas que se desarrollan en la comunidad.

En este trabajo colaboran las siguientes instituciones:

Grupo Cubano de Restauración Ecológica  
Empresa Nacional para la Protección de la Flora y la Fauna  
Instituto de Biotecnología de las Plantas  
Jardín Botánico Nacional  
Comunidad de Revacadero

Ver fotos en la página 13

## DE VERTEDERO A POLO ECOLÓGICO

Por: Patricia Grogg  
Tomado de IPS - Inter Press Service  
[www.cubaalamano.net](http://www.cubaalamano.net)

GUANTÁNAMO, Cuba, mayo 2007 (IPS) - Cuando Irania Martínez se propuso sacar frutos de aquel basural la creyeron loca. Hoy, el follaje, los cientos de árboles y el orden imperante confirman no sólo su sano juicio, sino además que se trata de un proyecto posible de extender a todo el país.

"El beneficio ha sido grande, gracias a ella y al CEPRU (Centro Ecológico de Procesamiento de Residuos Urbanos). Antes no teníamos ni calle. Todo era fango. Ahora está limpia y con luz eléctrica", contó a IPS Belkis Abdala, residente desde hace 15 años en el barrio de Isleta, en la periferia sur guantanamera.

Abdala y su familia viven justo frente al antiguo vertedero y recuerdan cuando Martínez llegó al lugar, hace unos seis años. "Irania empezó gastando de su salario, con tres vecinos que no cobraban nada y el pobre apoyo de nosotros", señaló.

"Todo ese bosque que se ve ahora era basura, rodeada siempre de humo negro, pestilencia, moscas", recordó la mujer, para quien todo ese esfuerzo ha sido "amplio y completo", porque, incluso, "muchos vecinos encontraron trabajo en el CEPRU".

Con algo más de 500 habitantes, el barrio Isleta fue cambiando casi al ritmo de las transformaciones del antiguo vertedero, de donde actualmente salen las posturas de los árboles que crecen en muchos patios y el abono orgánico que beneficia las plantaciones caseras.

Martínez, enviada a ese lugar como responsable del movimiento de Agricultura Urbana del Ministerio de Agricultura, y directora del CEPRU desde su creación, se confiesa "autodidacta" y "fuerte" de carácter.

"Empezamos solos. Decían que yo estaba loca. Tuve oponentes a este proyecto. Yo no soy débil, y cuando pienso que estoy segura de algo, lo hago. Principalmente por intuición y amor a la naturaleza", afirmó. Ahora espera reanudar

los estudios de ingeniería agropecuaria que interrumpió en los años 90.

Por esa misma época, se formó el vertedero, que llegó a ocupar unas seis o siete hectáreas. Más de la mitad de esa extensión ha sido ya rescatada, con un bosque que cuenta hoy con unos 3.000 árboles, viveros de posturas para continuar la reforestación y áreas para el procesamiento de los desechos o la preparación de abonos orgánicos. Todo a cargo de una plantilla de 35 trabajadores, de los cuales nueve son mujeres. "Tengo seis áreas de procesamiento (de los residuos), pero sólo podemos trabajar tres con ese personal. Hace falta más gente", indicó.

En el CEPRU nada se tira. Todo tiene utilidad. Diariamente llegan, en promedio, entre 150 a 160 metros cúbicos de residuos urbanos desde los barrios de la periferia. La primera acción es separar los orgánicos de los inorgánicos.

Estos últimos se clasifican por lotes, entre placas de radiografía, suelas de zapatos, envases de perfume o esmalte de uñas, tubos de pasta de dientes, cartón, papel, hojalata, neumáticos de automóvil, equipos de radio y televisión y muchos desechos de plástico, entre otros.

"Lo que es posible, se vende como materia prima. Otras cosas las reutilizamos aquí mismo, en cercas, letreros. Con los neumáticos, por ejemplo, se pueden hacer miles de cosas, hasta techos, como si fueran tejas. Hay que buscarle el sentido a cada desecho", explicó Martínez. Otros ingresos provienen de la venta de abono orgánico, pero el precio autorizado es unas cinco o seis veces menor al necesario para recuperar el costo de producción y obtener alguna ganancia.

"Es que el CEPRU sólo será sustentable cuando se aplique un estudio de economía ambiental. Se reconoce el trabajo, pero no se ha hecho el cálculo", indicó.

En ese sentido, el impacto es visible e incluye la disminución de la quema de desechos y de la proliferación de vectores dañinos para la salud

humana, la recuperación de especies forestales y la protección y rehabilitación de ecosistemas degradados.

Se estima que el CEPRU recibe alrededor de una tonelada mensual de residuos plásticos de alta y baja densidad, que en vez de ser quemados, como antes, son reutilizados en diferentes faenas. Según especialistas, esa práctica eliminó la generación de gases tóxicos, como dioxinas y furanos, lo que representa una disminución de seis por ciento, a nivel provincial, de la emisión de contaminantes orgánicos persistentes (POPs) a la atmósfera.

El CEPRU es uno de los proyectos más relevantes apoyados por el Programa de Pequeñas Donaciones del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (PPD/GEF), que conduce en Cuba el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).

De acuerdo con estimaciones del PPD, entre otras investigaciones, el proyecto logró la reforestación de unas tres hectáreas y obtuvo unas 1.000 posturas al año, así como la incorporación de 40 casas de la comunidad al repoblamiento forestal.

Así mismo, se redujo a la mitad el tiempo de descomposición de los desechos, se aumentó la producción de materia orgánica en 60 toneladas, y se eliminó la quema incontrolada de 150 toneladas mensuales de basura.

También se crearon al menos cinco nuevos empleos para mujeres, se mejoraron las condiciones laborales de todo el personal, que recibió cursos de capacitación beneficiando, además, a 50 por ciento de los residentes de Isleta.

Martínez cree que la formación de grupos como el suyo en cada provincia de Cuba permitiría adiestrar al personal de otros vertederos para reproducir su exitosa experiencia. "Si no aparece financiamiento para un proyecto así, al menos podríamos formar grupos para la región oriental, occidental y central del país".

TM ~

# Artículo divulgativo

## Estabilización de lodos residuales con alto contenido de microorganismos patógenos mediante la digestión anaerobia mesofílica y termofílica

Rendón-Sagardi J.A., Méndez-Contreras J. M.

Instituto Tecnológico de Orizaba. División de Estudios de Posgrado e Investigación. Departamento de Ingeniería Química y Bioquímica. Av. Tecnológico No.852, Col. Emiliano Zapata. 94320 Orizaba, Veracruz **México**. Tel: 01(272)72-570-56. E-mail: [jars\\_saga@hotmail.com](mailto:jars_saga@hotmail.com)

### Introducción

En la región de Orizaba se producen aproximadamente 6 ton/día de lodo residual los cuales por su origen requieren un tratamiento de estabilización para su depósito. En las condiciones actuales los lodos son incinerados, lo que agota la materia orgánica y los nutrientes presentes incluyendo un elevado costo de tratamiento. En un intento de demostrar la aplicabilidad de tecnologías alternas la presente investigación tiene como objetivo principal el evaluar la digestión anaerobia mesofílica (35° C) y termofílica (55° C) para la producción de biosólidos e inactivación de microorganismos (indicadores y patógenos).

### Materiales y métodos

Los lodos en estudio fueron obtenidos de una planta de tratamiento de aguas residuales, la cual opera con reactores UASB y se alimenta con aguas residuales municipales e industriales del valle de Orizaba. El reactor anaerobio mesofílico (RAM), utilizado en este estudio, fue construido en acero inoxidable a escala piloto y consta de un tanque de cierre hermético con capacidad de 4 litros, un motor con velocidad de 200 rpm así como un sistema para el control de la temperatura. El reactor fue alimentado con 3500 mL de lodo residual con un contenido de ST de 2.6 % y 60.3 % de STV que corresponde a una

carga de 54.56 kg STV/m<sup>3</sup>. Por su parte, el reactor anaerobio termofílico (RAT), fue construido en fibra de vidrio con forma ovoide, con capacidad de 8.5 litros. El reactor fue alimentado con 7000 mL de lodo residual con un contenido de ST de 2.6 % y 61.84 % de STV correspondiente a una carga de 109.2 kg STV/m<sup>3</sup>. El periodo de digestión en batch para ambos reactores (RAM y RAT) se inicio de forma simultánea. La evaluación de los parámetros fisicoquímicos se realizó diariamente por triplicado. Los parámetros microbiológicos se determinaron al inicio y al final del estudio en batch. Es importante mencionar que debido a la naturaleza anaerobia del sustrato no se requirió la incorporación de un inóculo para el arranque del reactor.

### Resultados y discusión

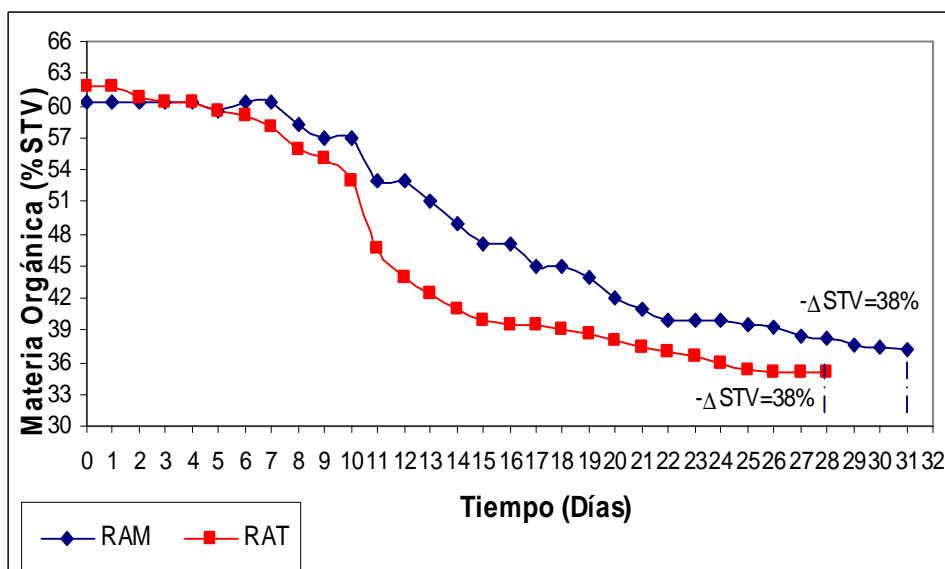
Con base en la caracterización realizada se observa que el lodo presenta concentraciones elevadas de Sólidos Totales Volátiles (60.3% y 61.84% para RAM y RAT respectivamente). Cabe destacar la presencia de elevados valores de microorganismos patógenos; 6 y 5 Log NMP/g ST para coliformes fecales y *Salmonella* spp., tanto para el RAM y RAT. Cabe destacar que los valores de pH (7.04 y 7.02) son apropiadas para el tratamiento de los lodos en condiciones anaerobias, contrastando con aquellos producidos en tratamientos



fisicoquímicos, los cuales son parcialmente acidificados (pH 5.7) por la presencia de coagulantes y retardan la adaptación de procesos biológicos.

El proceso inició con un 60.3% y 61.84% de materia orgánica para el RAM y RAT respectivamente, que fue reducido hasta 37.2% y hasta 35% en un TRH de 28 días para el RAT, cumpliendo con la NOM-004-SEMARNAT-

2002, que considera una reducción de 38 % de materia orgánica presente en el lodo inicial para ser considerado biosólido debido a la reducción de organismos vectores. En la figura 1, se presenta la reducción de materia orgánica durante el proceso en batch para el RAM y el RAT, se observar una mayor tasa de remoción en el RAT debido a la temperatura



**Fig. 1.-** Degradación de sólidos totales volátiles en condiciones anaerobias mesofílicas y termofílicas.

La remoción de STV fue alcanzada en 31 días de TRH con una carga de 1.76 kg STV/m<sup>3</sup> día para el RAM y 28 días de TRH con una carga orgánica de 3.9 Kg STV/m<sup>3</sup> día para el RAT, lo que indica que la digestión anaerobia termofílica tiene una mayor eficiencia. En la Tabla 1 se presentan las características del lodo al final del periodo de estabilización en batch tanto para el sistema mesofílico con un TRH de 31 días a 35° C como para el termofílico con un TRH de 28 días a 55° C.

Debido a que el contenido de microorganismos patógenos es uno de los principales problemas de los lodos en nuestro país. En este estudio se evaluó la eficiencia de remoción de coliformes fecales y *Salmonella* ssp., en las dos modalidades del proceso anaerobio.

La Tabla 2 muestra que el proceso a 35° C fue capaz de inactivar solo 2 unidades logarítmicas de coliformes fecales y *Salmonella* spp., cumpliendo con el límite máximo permisible para biosólidos clase "C", en términos de coliformes fecales. Sin embargo, la concentración de *Salmonella* spp. superó el límite máximo permisible incluso para biosólidos de la misma clase. En estas condiciones el proceso queda limitado para su aplicación. Por su parte al finalizar el proceso de digestión a 55° C, la totalidad de los grupos bacterianos analizados, fue removida en un 100%, lo que garantiza el cumplimiento de la normatividad actual vigente y la producción de biosólidos clase A.

**Tabla 1.-** Caracterización del lodo estabilizado del RAM y RAT.

PARÁMETRO	RAM	RAT	UNIDADES
pH	7 ± 0.04	7.02 ±	
Temperatura	35 ± 2	55 ± 1	°C
Tiempo de retención hidráulica	31	28	Días
Sólidos Totales (ST)	3.6 ± 0.2	2.05 ± 0.3	% m/m
Materia Orgánica (STV)	37.2 ± 1.04	35 ± 1.02	% m/m
Relación de Alcalinidad	0.5 ± 0.04	0.48 ± 0.03	Alc 5.75 / Alc 4.3
Fracción volátil del efluente	10.33	17.07	% STV/ST
Remoción de STV	38.31 ± 0.5	43.4 ± 0.42	%

**Tabla 2.-** Efecto de la digestión anaerobia mesofílica y termofílica en la inactivación de microorganismos patógenos.

Microorganismo	Lodo Crudo (UASB)	Lodo digerido en RAM a 35° C con TRH de 31 días	Lodo digerido en RAT a 55° C con TRH de 28 días	L. M. P.		
				NOM-004-SEMARNAT-2002		
				Clase A	Clase B	Clase C
Coliformes fecales (Log NMP/g ST)	6	4	0	< 3	<3	< 6.3
<i>Salmonella</i> Spp. (Log NMP/g ST)	5	3	0	<0.47	<0.47	<2.47

L. M. P.= Limite máximo permisible para patógenos y parásitos en lodos y biosólidos.  
NMP = Número mas probable.

### Conclusiones

Con base a los resultados obtenidos, se concluye que la digestión anaerobia es una alternativa de tratamiento para la estabilización de lodos combinados que puede sustituir la aplicación de tecnologías con alto costo energético (incineración). El proceso de digestión anaerobia mesofílica puede reducir significativamente los compuestos orgánicos presentes en los lodos hasta niveles que cumplen con la NOM-004-SEMARNAT-2002 en tiempos de retención hidráulica de 31 días con una carga baja (1.76 kg STV / m<sup>3</sup> día). No obstante el proceso sólo remueve 2 unidades logarítmicas de microorganismos patógenos; lo que hace no viable para su aplicación en condiciones actuales, a pesar de la estabilidad aparente del proceso. El proceso de digestión anaerobia termofílica presenta mayores eficiencias a

aquellas obtenidas a 35° C. Los resultados obtenidos sugieren mayor velocidad en las reacciones que involucran la conversión de componentes orgánicos en productos como el metano. El uso de tiempos de retención hidráulica de 28 días tiene la capacidad de degradar una elevada carga orgánica de hasta 3.9 kg STV/m<sup>3</sup> día. En adición a la total inactivación de microorganismos actualmente limitados hacen recomendable al proceso para garantizar la producción de biosólidos sin restricción de reuso.

### Referencias

Ahring B. K., Ibrahim A. A. and Mladenovska Z., (2001) Effect of temperature increase from 55 to 65°C on performance and microbial population dynamics of an anaerobic reactor

treating cattle manure, *Water Research* Vol. 35, No. 10, pp. 2446-2452.

APWA-AWWA-WPCF, Standard Methods for Examination of Water and Wastewater, (1995), 19a edition, Washington DC, USA.

Cabirol N., Rojas Oropeza M. and Noyola A., (2002) Removal of helminth eggs and fecal coliformes by anaerobic thermophilic sludge digestion, *Water Science and Technology*, Vol. 45 No. 10 pp. 269-274.

Jiménez B., Barrios J. A. and Maya C., (2000), Class B Biosólids production from Wastewater sludge with High Pathogenic Content Generated in an Advanced Primary Treatment, *Water Science and Technology*, Vol. 42 No. 9 pp. 103-110.

Nidal M., Grietje Z., Huub G. and Lettinga G., (2004), Anaerobic sewage treatment in a one-

stage UASB reactor and a combined UASB-Digester system, *Water Research* 38 2348-2358.

Norma Oficial Mexicana NOM-004-SEMARNAT-2002, Protección ambiental.-Lodos y biosólidos.-Especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final.

#### **El autor:**

MSc. José Arturo Rendón Sagardi investigador en el área ambiental, lodos residuales, digestión anaerobia mesofílica y termofílica del Instituto Tecnológico de Orizaba, división de Estudios de Posgrado e Investigación en Ingeniería Química. Av. Tecnológico No.852, Col. Emiliano Zapata. 94320 Orizaba, Veracruz. México.

TM ~

## Nos queda espacio... Esperamos por su contribución

Pueden ser enviadas noticias, anuncios de eventos, cursos, talleres, resúmenes de proyectos, resultados de esfuerzos de restauración, artículos divulgativos, iniciativas, opiniones, etc. La posibilidad de publicar imágenes es limitada, cada artículo divulgativo no debe exceder de tres páginas tamaño carta, escritas con letra tipo Times New Roman 12, incluyendo tablas, y como máximo cuatro fotos.

Envíe sus colaboraciones al siguiente correo: [sisrec2007@uclv.edu.cu](mailto:sisrec2007@uclv.edu.cu)

# Eventos

## VI Convención Internacional Sobre Medio Ambiente y Desarrollo

Lugar: Palacio de Convenciones de La Habana, Cuba.  
Fecha: 2 al 6 de julio de 2007  
Contacto: M. Sc. Isabel Torna Falco  
E-mail: [convencion@ama.cu](mailto:convencion@ama.cu)

## Encuentro Anual 2007 de la Asociación de Biología Tropical y Conservación (ATBC).

Lugar: Morelia, México.  
Fecha: 15 al 19 de julio 2007  
E-mail: [atbc2007@oikos.unam.mx](mailto:atbc2007@oikos.unam.mx)  
Web: [www.oikos.unam.mx](http://www.oikos.unam.mx)

## I Simposio Nacional de Experiencias en Restauración Ecológica

Lugar: Bogotá, Colombia.  
Fecha: 31 de julio al 3 de agosto 2007  
E-mail: [restauracionecologicaere@gmail.com](mailto:restauracionecologicaere@gmail.com)

## Jornadas Iberoamericanas sobre Desertificación y Uso Sustentable del Agua en Tierras Secas

Lugar: Cartagena de Indias, Colombia.  
Fecha: 30 de julio al 3 de agosto de 2007  
Informes: [www.cyt.ed.org](http://www.cyt.ed.org)

## Simposio Internacional sobre Suelos Forestales y Salud Ecosistémica: vinculando el manejo local a los retos mundiales

Lugar: Sunshine Coast, Australia.  
Fecha: 19 al 23 de agosto 2007  
E-mail: [cfhr@griffith.edu.au](mailto:cfhr@griffith.edu.au)  
Web: [griffith.edu.au/centre/cfhr](http://griffith.edu.au/centre/cfhr)

## Conferencia Internacional sobre Restauración y Gestión de Dunas Costeras

Lugar: Santander, España.  
Fecha: 3 al 4 de octubre, 2007  
E-mail: [iccd07@afidcongresos.com](mailto:iccd07@afidcongresos.com)  
<http://www.iccd07.com/esp/invitacion.html>

## VI Simposio Internacional HUMEDALES 2007

Lugar: Ciénaga de Zapata, Matanzas, Cuba.  
Fecha: octubre 2007  
Contacto: Lic. Ángel Alberto Alfonso Martínez  
Email: [uma@atenas.inf.cu](mailto:uma@atenas.inf.cu); [angelwetland@yahoo.com](mailto:angelwetland@yahoo.com)

## VII Simposio de Zoología 2007

Lugar: Sancti Spíritus, Cuba.  
Fecha: 12 al 16 de noviembre de 2007  
Contacto: Comité Organizador  
E-mail: [daysitarb@ecologia.cu](mailto:daysitarb@ecologia.cu)

## VII Congreso Internacional de Gestión en Recursos Naturales (CIGRN)

Lugar: Valdivia, Chile.  
Fecha 13 al 16 de noviembre de 2007  
E-mail: [congreso@ceachile.cl](mailto:congreso@ceachile.cl)  
<http://www.ceachile.cl/congreso/>

## I Simposio de Ecología, Sociedad y Medio Ambiente ECOVIDA 2007

Lugar: Pinar del Río, Cuba.  
Fecha: 20 al 22 de noviembre 2007  
E-mail: [jferro@ecovida.pinar.cu](mailto:jferro@ecovida.pinar.cu)

## V Congreso de la Asociación Española de Ingeniería del Paisaje

## I Congreso de la Associação Portuguesa de Engenharia Natural

## VI Congreso de la Federación Europea de Ingeniería Biológica

Lugar: Almonte, Huelva, España.  
Fecha: 21 al 23 de noviembre 2007  
E-mail: [secretaria@aeip.org.es](mailto:secretaria@aeip.org.es)  
Web: [www.aip.org.es](http://www.aip.org.es)

## I Reunión Conjunta del Grupo de Trabajo de Repoblaciones Forestales de la SECF y el Grupo de Trabajo de Restauración Ecológica de la Asociación Española de Ecología Terrestre

## IV Reunión del Grupo de Trabajo de Repoblaciones Forestales de la SECF

Lugar: Alcalá de Henares (Madrid) España.  
Fecha: 21 al 23 de Noviembre de 2007  
E-mail: [revegetacion@yahoo.es](mailto:revegetacion@yahoo.es)  
Web: [www.secforestales.org](http://www.secforestales.org)

## IV Convención Internacional Entorno Agrario 2007

Lugar: Sancti Spíritus, Cuba.  
Fecha: 28 al 30 de noviembre  
E-mail: [entornoagrario@suss.co.cu](mailto:entornoagrario@suss.co.cu);  
[entorno\\_agrario@yahoo.es](mailto:entorno_agrario@yahoo.es)

## Mid-Atlantic Stream Restoration Conference: Science, Engineering, and Policy

Lugar: Cumberland, Maryland  
Fecha: November 7-9, 2007  
[http://www.canaanvi.org/canaanvi\\_web/events\\_ed.aspx?collection=calendar\\_of\\_events&id=623](http://www.canaanvi.org/canaanvi_web/events_ed.aspx?collection=calendar_of_events&id=623)

## III Reunión Binacional de Ecología Chile-Argentina

Lugar: La Serena, Chile.  
Fecha: Octubre 2007  
[www.socecol.cl](http://www.socecol.cl)

# Misceláneas

“Zonas Áridas” es una revista científica publicada por el Centro de Investigaciones de Zonas Áridas (CIZA) de la Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú. Esta publicación cubre diversos aspectos de las zonas áridas y semiáridas del mundo, con el objeto de difundir el conocimiento de los componentes naturales y sociales de estos ecosistemas y promover un manejo adecuado de sus recursos.

Ya está circulando la invitación para contribuciones al número 11 de esta revista, que estará dedicado al tema “Agricultura y desastres en zonas áridas y semiáridas en América Latina y el Caribe”. La fecha límite de remisión es el 30 de septiembre de 2007.

Para mayor información, escribir a la dirección de correo electrónico [cizaunalm@yahoo.com](mailto:cizaunalm@yahoo.com) o visitar la página Web: [www.lamolina.edu.pe/ciza](http://www.lamolina.edu.pe/ciza)

Esta secuencia de imágenes ilustra el comentario realizado en la página 7 sobre el proyecto de restauración de la población de *M. actinacanthus*



*Melocactus actinacanthus* en su hábitat natural



Método de cultivo tradicional utilizado para su propagación



Semilla de *M. actinacanthus* germinada *in vitro*



Ejemplar de *M. actinacanthus* plantado en áreas naturales

Las opiniones sobre este boletín son importantes para mejorar las próximas ediciones, envíen sus valoraciones y sugerencias sobre la calidad de los artículos, informaciones, iniciativas, diseño, etc. a este correo: [sisrec2007@uclv.edu.cu](mailto:sisrec2007@uclv.edu.cu) Queremos que este boletín responda a los objetivos de RIACRE y a sus necesidades de información. Recuerde que para ello también necesitamos de usted.

## Fechas de importancia ambiental

11 de julio: Día mundial de la población.

16 de septiembre: Día Internacional de la preservación de la capa de ozono.

El Boletín divulgativo RIACRE es publicado trimestralmente por la Red Iberoamericana y del Caribe de Restauración Ecológica y es distribuido gratuitamente a más de 2000 personas y organizaciones de Iberoamérica, el Caribe, y resto del mundo.

Para recibir el Boletín RIACRE, envíe un correo electrónico a Jesús Matos Mederos ([sisrec2007@uclv.edu.cu](mailto:sisrec2007@uclv.edu.cu)) haciendo su solicitud, y su dirección de correo electrónico será incluida en nuestra lista de suscritos. Igualmente, para no seguir recibiendo este boletín, debe enviar un correo indicándolo a esta misma dirección.

La Red Iberoamericana y del Caribe de Restauración Ecológica es una organización no gubernamental, sin fines de lucro, que tiene como misión fundamental: Propiciar la integración de técnicos, científicos, profesionistas, conservacionistas, manejadores de recursos naturales y personas e instituciones interesadas en el tema de la restauración ecológica y manejo de ecosistemas en Iberoamérica y el Caribe.

La Red Iberoamericana y del Caribe de Restauración Ecológica no se hace responsable de las opiniones emitidas por los autores contribuyentes a este boletín, ni por el contenido de los artículos o resúmenes en él publicados.

## Comité editorial

Consuelo Bonfil  
Facultad de Ciencias, UNAM  
México  
[cbs@ciencias.unam.mx](mailto:cbs@ciencias.unam.mx)

Francisca Acosta  
Universidad Mayor de San Simón  
Bolivia  
[limnoed@entelnet.bo](mailto:limnoed@entelnet.bo)

Felipe Montoya Greenheck  
Universidad de Costa Rica  
[sireco@odd.ucr.ac.cr](mailto:sireco@odd.ucr.ac.cr)

Alberto Torres Bilbao  
Empresa Nacional para la Protección  
de la Flora y la Fauna  
Cuba  
[sisrec2007@uclv.edu.cu](mailto:sisrec2007@uclv.edu.cu)

Sandra Patricia Montoya Villarreal  
Colombia  
[patty100597@hotmail.com](mailto:patty100597@hotmail.com)