

Impacto sobre el comportamiento de especies de la flora nativa de Moa, Cuba, causado por la actividad Minero/Metalúrgica*

María E. RODRÍGUEZ **, Ramona OVIEDO** , Yéxika. MAYANS***, Yamir TORRES-ARIAS**
Grisel PALACIO**** y Ma. Dolores DURRUTHY*****

ABSTRACT. In 4 sites of natural conserved forests (Zone 1): 3 pine forests of *Pinus cubensis* Griseb, from 50 to 100m altitude, and one submontane rainforest –300 to 400 m.a.s.l.- floristic characterization was performed. In five forest sites with different impacts resulting from mining activity (Zone 2), the present species were listed. The comparison between conserved and damaged areas resulted in finding 58 persisting spp, 27 spp that increased and 12 spp that diminished their populations or disappeared. In another areas (Zone 3) impacted by intensive mining, industrial wastes, slash and burn, fires or gas contamination, species resistant to these conditions were in 50 to 71 % local endemics or endemics to the Moa-Baracoa region. Exception made for the area intensively disturbed by industrial wastes, where synanthropism was high. Results can be applied to rehabilitate different kinds of damaged areas in serpentine zone using the valuable plant diversity of Moa forests, taking into account their reproductive strategies and resistance.

KEY WORDS: serpentine plants, mining impacts, endemics, resistance.

INTRODUCCIÓN

En la región NE de las provincias orientales se encuentra la zona más extensa de rocas ultramáficas serpentinizadas, donde aparecen los suelos más antiguos y evolucionados de Cuba (Hernández *et al.* 1975). Estos suelos, sustentan una flora adaptada a condiciones de oligotrofia y toxicidad por metales pesados en especial Ni, Cr, Co, entre otros (Berazaín, 1981). En estas áreas la minería del níquel, con su explotación a cielo abierto, causa graves daños a los ecosistemas y en general la actividad minero metalúrgica produce impactos severos al medio ambiente en Moa.

La región de Moa sustenta la mayor diversidad y endemismo florístico de Cuba (López *et al.*, 1994; del Risco, 1995; Berazaín, 2003), y probablemente faunístico, especialmente de la fauna edáfica (Luis de Armas, com. pers.) lo cual justifica que haya sido considerada como un distrito fitogeográfico independiente por Borhidi (1996). Los estudios sobre el comportamiento de especies de serpentina frente a distintos tipos de impacto son escasos en general (Matos y Torres, 2000; Safford y Harrison, 2003) y en especial en la zona afectada por la actividad minera en Moa, excepto un trabajo preliminar realizado por Mayans (1998). La importancia de conocer este comportamiento es apremiante en esta zona ya que las áreas que deja la minería deben ser reforestadas para disminuir el impacto sobre el ambiente y en la medida en que se utilicen las plantas nativas, se logrará progresivamente la restauración de los bosques y la conservación de la riqueza de especies que ellos contienen.

El objetivo de este trabajo fue registrar el comportamiento de las poblaciones de plantas nativas y en especial endémicas, que resisten diferentes tipos de impacto provocados por la actividad minera o minero metalúrgica en Moa.

MATERIALES Y MÉTODOS

Características del área de estudio:

Clima. Según Borhidi (1996) la Sierra de Moa es una de las zonas más húmedas de Cuba con un promedio anual de precipitaciones entre 1400mm, en las áreas más bajas, hasta 3000 mm en las altas; con temperaturas entre 24 y 26 °C. En el área de Mina Moa, aproximadamente entre 150 y 200m snm, Rodríguez *et al.* (1987) encontraron un promedio anual de 2193 mm y 22.6 °C, siendo julio el mes más seco, aunque en zonas más altas pueden aparecer periodos secos en primavera o al inicio del verano (Borhidi, obra citada).

Suelo. En la zona de Moa los suelos desarrollados sobre rocas ultrabásicas, pertenecen al tipo Ferrítico Rojo Oscuro (Hernández *et al.* 1999) o Ferralsols, según la clasificación FAO-UNESCO, han evolucionado bajo un intenso régimen de lluvias y de radiación solar y presentan una alteración casi completa de los minerales primarios. Tienen bajo contenido de nutrientes: K, Pasim y desbalance Ca:Mg, así como baja CCC, que oscila de 3-10 cmol kg⁻¹ y alta concentración de metales pesados. Estos suelos por su textura presentan en general buen drenaje interno (Hernández *et al.* 1975, 1999)

Vegetación. Estos suelos sustentan una flora adaptada a condiciones de oligotrofia y toxicidad por metales pesados. Además, a pesar de la abundancia de lluvias, la intensa evaporación y la sequía edáfica producen estrés hídrico sobre la vegetación, que en general presenta características xeromorfas, expresadas principalmente por la presencia de especies con hojas coriáceas, nanófilas y microfílas, a veces espinosas, pocas veces mesófilas o macrófilas. (del Risco 1995; Borhidi 1996; Berazaín 2003)

Las principales formaciones vegetales de esta zona fueron descritas por Capote y Berazaín (1984); Borhidi (1991) y por

*Manuscrito aprobado en Noviembre del 2003

**Instituto de Ecología y Sistemática, A. P. 10800, La Habana, Cuba.

***Facultad de Agronomía Forestal, Universidad de P. del Río.

****Grupo de Medio Ambiente, UN Moa;

*****Instituto de Cibernética, Matemática y Física, CITMA.

del Risco (1995). Las presentes en la zona estudiada son: los pinares de *Pinus cubensis* Griseb. la formación más extendida, que presenta un sustrato de latifolias donde aparece un alto número de endemismos; los pinares con elementos del matorral xeromorfo subespinoso, en dependencia del sustrato; y en lugares mas altos y protegidos con suelos profundos, aparece el bosque pluvial submontano (del Risco, 1995) que en la Zona I aparece a partir de los 300-400m snm en rellanos mas húmedos, y se caracteriza por la presencia de helechos arborescentes y de epífitas. También se estudiaron dos bosques de galería, uno en un tramo de ribera del río Cayo Guam y el otro en un afluente del río Cabañas.

Inventario florístico. Se realizó en transeptas de 50 m, en una hectárea marcada en cada una de las áreas seleccionadas. En la Zona I, de bosques naturales bastante bien conservados, situada al E del pueblo de Moa, en una zona comprendida entre los ríos Cayo Guam y Punta Gorda se estudiaron: un bosque de galería, 3 sitios de pinares mas o menos densos, según su exposición y suelo y una pluvisilva. Estas áreas se hallaban en un gradiente altitudinal entre 50 y 400 m. Coordenadas 21° 47' 01" - 21° 44' 20" N; 78° 58' 51" - 79° 01' 16" W.

Por otra parte se seleccionaron áreas con distinto grado de afectación en la zona del yacimiento Moa Occidental, al SW del pueblo de Moa, entre los ríos Cabaña y Moa (Zona II). Coordenadas 20° 25' - 20° 34' N; 74° 48' - 74° 56' W, en un gradiente entre 25 y 300 m SNM. En esta Zona se caracterizaron 5 sitios con diferente grado de afectación por la actividad minera o industrial, desde una isla de pinar remanente bastante bien conservado (Vista Alegre), hasta zonas muy afectadas por las emanaciones de gases de la industria minero metalúrgica cercana, donde sólo aparecían algunas plantas resistentes o el suelo desnudo y dos áreas que se habían reforestado hacia 10 años con *Casuarina equisetifolia* Fors y *P. cubensis*, respectivamente, donde habían comenzado a reimplantarse especies nativas y

ruderales. Se compararon los inventarios de ambas zonas y se observó el comportamiento de las poblaciones (Oviedo, en Rodríguez, 1999) determinando si persistían, se incrementaban, disminuían o desaparecían. Las áreas fueron descritas en Rodríguez et al. (1999).

Caracterización de algunos tipos de impacto. Se seleccionaron áreas con las afectaciones más evidentes causadas por la actividad minera y minero metalúrgica. Se identificaron diferentes tipos de agentes procedentes o relacionados con la actividad minera e industrial como: emisión de gases, vertimiento de residuales de la industria (LW), explotación minera intensiva, tala y quema de bosques, fuegos ocasionales y presas de cola. En cada caso se caracterizó el impacto general producido mediante observaciones, toma de muestras de suelo y agua y consulta a especialistas del Instituto Superior Minero Metalúrgico con relación a criterios manejados en trabajos previos de evaluación de impactos. Se hicieron listas florísticas de las plantas que resisten las condiciones existentes permaneciendo o recolonizando las áreas. Se determinó el número de endemismos y el porcentaje del total.

RESULTADOS Y DISCUSION

Se identificaron un total de 222 especies en las áreas estudiadas. El comportamiento de las plantas nativas encontradas en la zona I, en comparación con la Zona II, (Tabla 1) permitió elaborar un listado de 59 especies que persisten, 27 que aumentan sus poblaciones y 12 especies que disminuyen y en algunos casos desaparecen, en áreas degradadas. Entre estas últimas están: *Cyathea parvula*; *Harpalice villosa*; *Hieronima moensis*; *Hiperbaena cubensis*; *Lynodendron aronifolium*, *Morinda moensis*; *Pachyanthus discolor*; *Pysonia byrsonimifolia*; *Poitea gracilis*; *Spathelia pinetorum*; *Spirotecoma apiculata*, *Vaccinium alainii* (Tabla I) todos endémicos de serpiente.

Tabla 1. Principales especies nativas de Moa que persisten, aumentan, disminuyen o desaparecen en áreas afectadas por la actividad minera. N= nativa, S= endémica de serpiente, I= introducida, D= origen desconocido

| Familia | Especies | Origen | Resisten | Aumentan | Disminuyen desaparecen |
|------------------|---|--------|----------|----------|------------------------|
| Anacardiaceae | <i>Metopium venosum</i> (Griseb.) Engler | S | X | X | |
| Araliaceae | <i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Magu., Stey. et Frodin | N | X | | |
| Arecaceae | <i>Bactris cubensis</i> Mart. | N | X | X | |
| Arecaceae | <i>Coccothrinax orientalis</i> (Leon) Muñiz et Borhidi | S | X | X | |
| Asteraceaceae | <i>Eupatorium polycytintum</i> (Urb.) King et Robins. | S | X | X | |
| Asteraceae | <i>Eupatorium odoratum</i> (L.) King et Robins. | N | X | | |
| Asteraceae | <i>Mikania micrantha</i> H.B.K. | N | X | | |
| Bignoniaceae | <i>Jacaranda arborea</i> Urb. | S | X | X | |
| Bignoniaceae | <i>Spirotecoma apiculata</i> (Britt.) Alain | S | | | X |
| Bignoniaceae | <i>Tabebuia simplicifolia</i> Carabia ex Alain | S | | X | |
| Caesalpinaceae | <i>Caesalpinea nipensis</i> Urb. | S | X | X | |
| Caesalpinaceae | <i>Chamaecrista lineata</i> (Sw.) Greene | N | | X | |
| Chrysobalanaceae | <i>Chrysobalanus icaco</i> L. | N | X | X | |
| Clusiaceae | <i>Clusia rosea</i> Jacq. | N | X | | |
| Clusiaceae | <i>Garcinia polyneura</i> (Urb.) Borhidi | S | X | X | |
| Convolvulaceae | <i>Ipomoea carolina</i> L. | N | X | | |

Tabla 1. (Continuación) Principales especies nativas de Moa que persisten, aumentan, disminuyen o desaparecen en áreas afectadas por la actividad minera. N= nativa, S= endémica de serpentina, I= introducida, D= origen desconocido

| Familia | Especies | Origen | Resisten | Aumentan | Disminuyen desaparecen |
|------------------|--|--------|----------|----------|------------------------|
| Convolvulaceae | <i>Ipomoea pes-caprae</i> (L.) R.Br. | D | X | | |
| Convolvulaceae | <i>Ipomoea tiliacea</i> (Willd.) Choisy | N | X | | |
| Convolvulaceae | <i>Jacquemontia havanensis</i> (Jacq.) Urb. | N | X | | |
| Convolvulaceae | <i>Merremia cissoides</i> (Lam.) Hall.f. | I | X | | |
| Convolvulaceae | <i>Merremia umbellata</i> (L.) Hall.f. | D | X | | |
| Cucurbitaceae | <i>Momordica charantia</i> L. | I | X | | |
| Cyatheaceae | <i>Cyathea parvula</i> (Jenman) Domin | N | | | X |
| Cyperaceae | <i>Rhynchospora cernua</i> Griseb. var <i>cernua</i> | S | X | X | |
| Cyperaceae | <i>Rhynchospora</i> sp | | X | | |
| Cyperaceae | <i>Scleria lithosperma</i> (L.) Sw. | D | X | | |
| Cyrillaceae | <i>Cyrilla racemiflora</i> L. | N | X | X | |
| Dennstaedtiaceae | <i>Odontosoria aculeata</i> (L.) J. Smith | N | X | X | |
| Dracaenaceae | <i>Dracaena cubensis</i> M. Vict. | S | X | X | |
| Ericaceae | <i>Lionia macrophylla</i> (Britt.) Ekm. Ex Urb. | S | | X | |
| Ericaceae | <i>Vaccinium alainii</i> Acuña et Roig | S | | | X |
| Euphorbiaceae | <i>Chaetocarpus globosus</i> (Sw.) Fawc. Et Rendle ssp <i>oblongatus</i> | N | X | | |
| Euphorbiaceae | <i>Hieronima moensis</i> (Alain) Borhidi | S | | | X |
| Fabaceae | <i>Harpalice villosa</i> Britt. Et Wils. | S | | | X |
| Fabaceae | <i>Poitea gracilis</i> (Griseb.) Lavin | S | | | X |
| Flacourtiaceae | <i>Casearia moensis</i> M. Vict. | S | X | | |
| Flacourtiaceae | <i>Casearia sylvestris</i> Sw. var <i>myricoides</i> Griseb. | S | X | | |
| Gleicheniaceae | <i>Dicranopteris</i> sp | | X | | |
| Gleicheniaceae | <i>Gleichenia</i> sp | | X | | |
| Lauraceae | <i>Cassytha filiformis</i> L. | I | X | X | |
| Malpighiaceae | <i>Stigmaphyllon emarginatum</i> (Cav.) A.L.Juss. | N | X | | |
| Malpighiaceae | <i>Stigmaphyllon sagraeanum</i> A.L.Juss. | N | X | | |
| Melastomataceae | <i>Pachyanthus discolor</i> Norlind. | S | | | X |
| Menispermaceae | <i>Hiperbaena cubensis</i> (Griseb.) Urb. | S | | | X |
| Myrtaceae | <i>Eugenia acrantha</i> Urb. | S | X | X | |
| Myrtaceae | <i>Mosiera ophiticola</i> (Britt. et Wils.) Bisse | S | X | | |
| Nyctaginaceae | <i>Pisonia byrsonimifolia</i> Heimerl et Ekm. | N | | | X |
| Ochnaceae | <i>Ouratea striata</i> (V. Tiegh.) Urb. | N | | X | |
| Ochnaceae | <i>Sauvagesia brownei</i> Planch. | N | X | | |
| Orchidaceae | <i>Bletia purpurea</i> (Lam.) DC. | N | X | | |
| Passifloraceae | <i>Passiflora foetida</i> L. | ? | X | | |
| Pinaceae | <i>Pinus cubensis</i> Griseb. | S | X | | |
| Piperaceae | <i>Piper aduncum</i> L. | N | X | X | |
| Poaceae | <i>Andropogon bicornis</i> L. | N | X | X | |
| Poaceae | <i>Andropogon</i> sp | | X | | |
| Poaceae | <i>Andropogon virginicus</i> L. | N | X | | |
| Poaceae | <i>Aristida</i> sp | | X | | |
| Poaceae | <i>Arthrostylidium fimbriatum</i> Griseb. | S | X | X | |
| Poaceae | <i>Brachiaria fasciculata</i> (Sw.) R.D.Webster | N | X | | |
| Poaceae | <i>Ichnanthus pallens</i> (Sw.) Munro | N | X | | |
| Poaceae | <i>Panicum aciculare</i> (Desv. Et Poir.) Gould et Clark | N | X | | |
| Poaceae | <i>Panicum</i> sp | | X | | |
| Poaceae | <i>Paspalum millegrana</i> Schrad. | N | X | | |
| Polypodiaceae | <i>Pteridium caudatum</i> (L.) Kuhn var <i>aquilinum</i> (L.) Sadebeck | N | X | X | |
| Rubiaceae | <i>Guettarda crassipes</i> Britt. | S | X | | |
| Rubiaceae | <i>Guettarda ferruginea</i> Wr. Ex Griseb. | S | X | | |

Tabla 1. (Continuación) Principales especies nativas de Moa que persisten, aumentan, disminuyen o desaparecen en áreas afectadas por la actividad minera. N= nativa, S= endémica de serpentina, I= introducida, D= origen desconocido

| Familia | Especies | Origen | Resisten | Aumentan | Disminuyen desaparecen |
|-----------------|---|--------|----------|----------|------------------------|
| Rubiaceae | <i>Morinda moaensis</i> Alain | S | | | X |
| Rubiaceae | <i>Schmidtottia shaferi</i> (Standl.) Urb. var <i>shaferi</i> | S | X | X | |
| Rutaceae | <i>Spathelia pinetorum</i> M. Vict. | S | | | X |
| Sapotaceae | <i>Sideroxylon cubense</i> (Griseb.) Penn. | N | | | |
| Smilacaceae | <i>Smilax havanensis</i> Jacq. | N | | X | |
| Smilacaceae | <i>Smilax populnea</i> Kunth | N | | | |
| Sterculiaceae | <i>Walteria indica</i> L. | N | X | | |
| Theophrastaceae | <i>Jacquinia roigii</i> P.Wils. | S | X | | |
| Thymelaeaceae | <i>Linodendron aronifolium</i> Griseb. | S | | | X |
| Ulmaceae | <i>Trema lamarckiana</i> (R. et S.) Blume | N | X | | |
| Verbenaceae | <i>Callicarpa oblanceolata</i> Urb. | S | | X | |
| Verbenaceae | <i>Clerodendrum nipense</i> Urb. var <i>nipense</i> | S | X | X | |

Un porcentaje de las especies que resisten, incrementan sus poblaciones, como es el caso de *Bactris cubensis*, *Casearia moensis*, *Caesalpineia nipensis*, *Cirilla racemiflora*, *Jacaranda arborea*, *Sideroxylon cubense*, *Dracaena cubensis*, entre otras; se reproducen en áreas abiertas en su papel de pioneras, como el *Pinus cubensis*, o se hacen en algunos casos muy agresivas, como el *Metopium venosum* (guao de peladero).

En las zonas altamente afectadas por distintos agentes como: contaminación por gases y vertimiento de residuales de la industria minero metalúrgica; explotación minera intensiva, tala y quema y fuego ocasional, la caracterización de los impactos producidos y el inventario de especies mostró que las especies presentes en estas áreas, que han resistido o se han reestablecido en las mismas (Tabla 2) son endémicas de esta región en un 50 a 71 % de los casos, excepto para la zona de vertimiento de residuales en que aparece un elevado sinantropismo, o las presas de cola, donde es muy escaso o nulo el crecimiento de plantas.

Los resultados confirman lo planteado por Grime (1979) y Safford y Harrison (2003) en cuanto a que las características específicas de las plantas de serpentina determinan que las consecuencias de los impactos sobre la relación Nativas:Exóticas, estructura de la comunidad, la diversidad, composición e invasión de especies exóticas en estos ecosistemas, sea mucho menor que en ecosistemas más fértiles. En especial, el papel del fuego en los ecosistemas

sobre serpentina es poco conocido y ha sido muy poco estudiado. De los resultados obtenidos en Moa en áreas afectadas por fuego ocasional se tiene, que las especies presentes eran en el 50 % de los casos, endémicos locales o regionales, y en el área de tala y quema de 65,4 %, lo cual coincide con resultados experimentales de uso del fuego obtenidos en serpentinadas de California por Safford y Harrison (2003).

El impacto más nocivo lo causan el vertimiento de residuales y las presas de cola, (Tabla 2) debido a que en el primer caso, se produce una alteración profunda y la destrucción de las propiedades físico-química-biológicas del suelo y en el segundo caso, los depósitos de colas suplantando el suelo por un sustrato artificial, un Antrosol, que por sus características de pH extremo, y alta concentración de elementos como Fe y algunos metales pesados, es difícilmente recolonizable por la vegetación, por lo cual será necesario realizar ensayos con distintos tipos de plantas.

Estos resultados aportan criterios para el manejo de las especies más adecuadas en la rehabilitación de áreas degradadas o el enriquecimiento de las áreas de bosque que deja la minería y se han tomado en cuenta para proponer una ecotecnología (Torres-Arias et al. 2003) que plantea utilizar la gran diversidad de especies nativas de estos bosques sobre serpentina, según sus estrategias reproductivas y su resistencia a distinto tipo de impacto.

Tabla 2. Agentes causantes de degradación e impacto producido en áreas afectadas por la actividad minera en Moa. Especies presentes y porcentaje de endemismos. End.-Endemismos; %End.-% Endemismo; No-Número.

| Agente | Impacto | No. de Especies presentes | End. | % End. |
|--|---|---------------------------|------|--------|
| 1-Emisión de gases (SO ₂ , SO ₃ SH ₂) | Contaminación del aire. Lluvias ácidas. Acidificación, lavado y pérdida de nutrientes y humus del suelo; erosión acelerada. Empobrecimiento y desaparición de la fauna y la vegetación existente: bosques, charrascales, matorrales, etc. Permanencia de especies resistentes dispersas o en franjas protegidas. | 15 | 9 | 60 |
| 2-Vertimiento de residuales industriales: licores residuales ácidos/ básicos | Contaminación del aire y las aguas (Río Moa) Contaminación y deterioro de los suelos por ácidos industriales. Degradación o desaparición de la vegetación en áreas influidas por el río: bosque de galería y manglares. Afectación o desaparición de áreas de matorral xeromorfo subespinoso y pinares. Desaparición de especies endémicas, sinantropización. | 14 | 0 | 0 |

Tabla 2. (Continuación). Agentes causantes de degradación e impacto producido en áreas afectadas por la actividad minera en Moa. Especies presentes y porcentaje de endemismos. End.-Endemismos; %End.-% Endemismo

| Agente | Impacto | No. de Especies presentes | End. | % End. |
|--------------------------------|---|--|------|--------|
| 3-Explotación minera intensiva | Dstrucción de la vegetación. Separación del suelo en escombreras generalmente no conformadas para preservarlo. Erosión acelerada. Pérdida biota edáfica y actividad biológica. Fragmentación del hábitat, pérdida de flora y fauna. Recolonización lenta de la flora nativa. Contaminación por polvo (aire y aguas). Alteración de la topografía y el funcionamiento hidrológico. | 7 | 5 | 71.4 |
| 4-Tala y quema | Empobrecimiento de la biodiversidad, (flora y fauna). Fragmentación del hábitat. Erosión del suelo, pérdida de MO y nutrientes. Ruptura de la sucesión natural. Secundarización y sinantropización. Pérdida de especies valiosas de lento crecimiento, si el impacto se repite con frecuencia. | 26 | 17 | 65.4 |
| 5- Fuegos ocasionales | Afectación temporal a la BD, incremento de algunas especies vegetales estimuladas por el fuego | 14 * | 7 | 50 |
| 6- Presas de cola | Suelo artificial antropogénico, con gran concentración de elementos. pH ácido ó básico. Contaminación del aire y las aguas por polvo, arrastre y lixiviación. | Muy pobre, disperso o nulo establecimiento espontáneo de especies ** | ¿ | ¿? |

* A los 45 días de producido el fuego. ** Después de 4-5 años han aparecido en los taludes plantas dispersas (Casuarina, Icaco, Salvia).

CONCLUSIONES

- ◆ El inventario florístico realizado permitió determinar 59 especies que persisten en las áreas afectadas, 27 que aumentan sus poblaciones y 12 especies que disminuyen y en algunos casos desaparecen, en las áreas degradadas.
- ◆ En las áreas donde se caracterizaron los impactos producidos por la emisión de gases, explotación minera intensiva, por tala y quema o incendios ocasionales, se encontraron 50 a 71 % de especies endémicas que han resistido o recolonizado estas áreas.
- ◆ En la zona de vertimiento de residuales (ácidos o básicos) en que el impacto produce una transformación drástica de las condiciones del suelo, no aparecen endémicos y ocurre un elevado sinantropismo.

RECOMENDACIONES

- ◆ Recomendamos que los resultados obtenidos sean incorporados al manejo de las especies que vayan a utilizarse en la rehabilitación de áreas degradadas o al enriquecimiento de las áreas de bosque que deja la minería. Una lista de especies según sus estrategias sucesionales, con las características de sus semillas, fecha de colecta y características de sus plántulas ha sido propuesta por Torres-Arias et al. 2003
- ◆ Recomendamos implementar con urgencia la reproducción en vivero de especies nativas de los bosques de Moa, según sus estrategias reproductivas y su resistencia a distinto tipo de impacto, para contribuir a la conservación o al restablecimiento de la biodiversidad en esta zona.

Agradecimientos. Los autores agradecen a la dirección de la Mina Ernesto Che Guevara, por facilitarnos el acceso a las áreas y brindarnos apoyo durante nuestra estancia, así como a

la valiosa disposición de algunos integrantes de la brigada de reforestación para brindarnos ayuda en el trabajo de campo. A Pedro Herrera y Francisco Cejas por la revisión crítica del manuscrito.

REFERENCIAS

- Berazaín, R. 1981. Reporte preliminar de plantas serpentinícolas acumuladoras e hiperacumuladoras de algunos elementos. *Rev. Jard. Bot. Nac.* II (1):48-59
- Berazaín, R. 2003. Formaciones vegetales en áreas ultramáficas (serpentinias) de Cuba. En: *Programa y Resúmenes IV Conferencia Internacional sobre Ecología de Serpentina*. JBN, La Habana, Cuba, Abril 2003: 22, 70-80.
- Borhidi, A. 1996. *Phytogeography and vegetation Ecology of Cuba*. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Cejas, F., P. Herrera, y J. A. Bastart. 2000. Flora de la altiplanicie de El Toldo, montañas de Sagua -Baracoa, Cuba. Informe de Servicio Científico Técnico. IES, CITMA
- Grime, JP. 1979. *Plant strategies and vegetation processes*. Wiley, New York.
- Hernández A, J. M. Pérez Jiménez, O. Ascanio, F. Ortega, L. Ávila y otros. 1975. II Clasificación genética de los suelos de Cuba. *Revista Agricultura* 8 (1): 47-69.
- Hernández A, J. M. Pérez Jiménez, D. Bosch, L. Rivero, E. Camacho, J. Ruiz y otros. 1999. Nueva Versión de Clasificación Genética de los Suelos de Cuba. Instituto de Suelos, Ministerio de Agricultura, La Habana. pp: 36.
- López, A., M. Rodríguez y A. Cárdenas, 1994. El endemismo vegetal en Moa-Baracoa (Cuba Oriental). *Fontqueria* 39:433-473.
- Matos Mederos J. y A. Torres Bilbao, 2000. Primeros estadios

- sucesionales del Cuabal en las serpentinas de Santa Clara. *Rev.Jard. Bot. Nac.* 21(2): 167-184
- Mayans Y. 1998. Plantas encontradas en áreas degradadas por la minería en Moa y su posible uso en la rehabilitación de zonas afectadas. Trabajo de Diploma. Facultad Forestal, Universidad de P. del Río.
- Risco del, E. 1995. Los bosques de Cuba. Editorial Científico-Técnica, La Habana : 65-73.
- Rodriguez M E, O. Mercado y M. A. Martínez 1987. Actividad biológica del suelo en algunas áreas de la zona minera de Moa. *Rev.Jard. Bot. Nac.* 8 (3): 77-108.
- Rodríguez, M. E., Y. Torres-Arias, R. Oviedo, L. Hernández, A. A. Socarrás, G. Hernández, R. A. Herrera y otros. 1999. Informe Final del Proyecto 00705044 : Influencia de la actividad minera en la biodiversidad y el funcionamiento de los ecosistemas de bosque en Moa. IES CITMA.
- Safford, H. D. y S. Harrison, 2003. Disturbance ecology of ultramafic vegetation in California and implications for management. En: *Programa y Resúmenes IV Conferencia Internacional sobre Ecología de Serpentina*. La Habana, Abril 2003: 20-21.
- Torres-Arias, Y., M. E. Rodríguez y R. Oviedo, 2003. Reproductive strategies in some tree species of Moa forests. Recommendations to the rehabilitation of mining areas. En : *Programa y Resúmenes de la IV Conferencia Internacional sobre Ecología de serpentina*. Jardín Botánico Nacional, La Habana, Abril 2003: 15-16.