

Comunidades vegetales establecidas en colinas artificiales de la Mina de carbón Paso Diablo, Guasare, estado Zulia

Plant communities established in artificial hills of the Paso Diablo Coal Mine, Guasare, Zulia state

D. Rangel¹, M. Pietrangeli¹ y A. Gutierrez²

¹Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad del Zulia. Maracaibo, estado Zulia.

²Carbones del Guasare. Maracaibo, estado Zulia.

Resumen

Desde la década de los 80 y a través de dos minas importantes, se ha explotado carbón mineral en el Zulia. Los restos del proceso extractivo son acumulados en escombreras que luego son reforestadas. El objetivo del estudio fue evaluar la estructura y composición florística de las comunidades vegetales establecidas en una de estas colinas artificiales (escombrera sur), así como la de los bosques naturales aledaños. En la escombrera se han conformado Arbustales altos dominados por *Leucaena leucocephala*, *Caesalpinia pulcherrima* y *Azadirachta indica*, aunque se observó el establecimiento de algunas especies de bosques maduros vecinos. Se concluye que el proceso de restauración ha sido satisfactorio, dado el grado de cobertura de los Arbustales estructurados, aunque estas comunidades todavía difieren mucho de las forestales originales.

Palabras clave: sucesión vegetal, minas de carbón, restauración en minas.

Abstract

Since the decade of the 80s and through two important mines, mineral charcoal has been exploited in Zulia. The remains of the extraction process are accumulated in mine dumps that are reforested later on. The main objective of the study was to evaluate the structure and floristic composition of the plant communities established on the "South Escombrera" artificial hill and nearby natural forests. The scrubland communities are dominated by *Leucaena*

leucocephala, *Caesalpinia pulcherrima* and *Azadirachta indica*, although it was visible the presence of some forest species present in surrounding natural woods. It is concluded that the process of vegetal recuperation in this area has been satisfactory, due to the structured scrubland coverage degree, although these communities still differ largely from the original forests.

Key words: plant succession, coal mines, mine restoration.

Introducción

Desde mediados de los años 80 en el Zulia comenzó un importante proceso de extracción de carbón que produjo la remoción de las comunidades vegetales presentes en la zona de influencia, situación que ha tratado de solventarse a través de planes de reforestación y recuperación ambiental por Carbones del Guasare. Esta actividad minera a cielo abierto, genera gran cantidad de sedimentos de desecho que se acumulan en colinas artificialmente creadas llamadas «escombreras», las cuales son terrenos muy erosionados y desprovistos de materia orgánica en los que se produce una reducción casi total de los ciclos biogeoquímicos (3).

En los bosques tropicales, luego de perturbaciones severas, se inicia

un proceso de recuperación vegetal relativamente rápido, en el cual aparecen inicialmente especies herbáceas anuales, que con el tiempo, son reemplazadas por plantas leñosas y perennes que incrementan la complejidad estructural de esas nuevas comunidades. Es aquí donde cobra importancia este estudio, cuyo objetivo fue caracterizar florística y fisonómico y estructuralmente las comunidades de plantas establecidas en la escombrera sur de la Mina Paso Diablo, luego de 14 años, así como de las comunidades forestales de áreas aledañas, para de esta forma contribuir al conocimiento de la dinámica sucesional de las comunidades tempranas que se han establecido en la escombrera (4, 5).

Materiales y métodos

El área de estudio se encuentra ubicada en el municipio Mara, estado Zulia, a unos 100 msnm y a unos 120 km al noroeste de Maracaibo, dentro de la región geográfica cuenca media del Río Guasare. La mina Paso Diablo presenta como rasgo notorio en su zona suroeste, un promontorio artificial colinado de unos 3 km de largo por 1 km de ancho (18,25 ha); conocido como la escombrera sur, cuya ve-

getación, en varios aspectos, fue evaluada.

Mediante visitas de campo exploratorias, se delimitaron las distintas unidades de vegetación y de relieve presentes en la escombrera sur y áreas aledañas, para seleccionar por homogeneidad y representatividad, las típicas para ser caracterizadas. El esfuerzo se centró en el estudio de las comunidades secundarias con cierto

nivel de desarrollo en la escombrera y en las formaciones forestales maduras, ubicadas en zonas periféricas de la mina y consideradas como testigo, para evaluar el grado de colonización de las especies y por ende, del avance de los procesos sucesionales.

En este sentido, se establecieron 34 parcelas, rodales rectangulares de 200 m², en los cuales se registraron e identificaron a todos los ele-

mentos leñosos mayores a 5 cm de perímetro ó con 1,5 m de altura, para calcular el índice de valor de importancia de las especies (IVI) (2). De estas parcelas, 19 se situaron en zonas planas de "terrazza" ocho en áreas pendientes denominadas de "talud" dentro de la escombrera y siete en "comunidades forestales naturales" en los alrededores de la escombrera.

Resultados y discusión

De acuerdo al inventario e información recabada en campo y basados en el sistema de clasificación de vegetación de Beard (1), los bosques originales de la zona fueron clasificados como Semisiempreverdes Estacionales de altura media, medio densos; en contraste con las comunidades que se han implantado en la escombrera sur, que se definieron como Arbustales altos, medio densos a ralos. Las formaciones forestales presentaron dos estratos arbóreos sin emergentes; el primero, más o menos continuo, conformado por individuos que alcanzaron diámetros mayores a 50 cm (dap) y se estructuraron entre los 12 y los 16 m; el segundo resultó un tanto irregular, con elementos de 5 a 10 m de altura y constituido por especies asociadas y juveniles. También se observó un estrato arbustivo y uno herbáceo, poco denso y uniforme.

Las asociaciones arbustivas altas desarrolladas en la escombrera, fueron uniestratificadas y menos complejas, con un dosel estructurado entre los 4 y los 9 m, el cual fue interrumpido a veces por claros. Cabe

destacar que aun cuando los bajos diámetros de los individuos constituyentes de estos Arbustales -menores de 15 cm (dap)-, los mismos le brindaron al substrato edáfico de la escombrera una cobertura vegetal prácticamente continua, que le proporcionó un alto grado de protección.

En el inventario realizado se reconocieron 72 especies agrupadas en 32 familias y 59 géneros (cuadro 1). Las familias con mayor número de especies fueron Fabaceae, Mimosaceae, Bignoniaceae, Boraginaceae, Caesalpiniaceae, Rubiaceae y Flacourtiaceae que aportaron 7, 6, 5, 5, 4, 4, y 4 especies respectivamente.

Aspectos del inventario indicaron que de las 72 especies registradas, 51 integraban a las comunidades forestales, siendo 37 exclusivas de las mismas, es decir, no reconocidas en zonas de escombrera. Igualmente, se constató que de las 35 reconocidas en las zonas recuperadas, 31 estaban en taludes, 28 en terrazas y 22 eran exclusivas de las escombreras.

Otro punto resaltante, fue la detección de un grupo de especies que

Cuadro 1. Lista de especies por familia presentes en bosques naturales y escombrera sur.

N°	Familia	Especie	Nombre común	FC	NTI	Número de individuos registrados			
						BN	ES	TE	T
1	Anacardiaceae	<i>Anacardium excelsum</i> (Kunth) Skeels	Mijao (Caracoli)	A	1	1			
	Anacardiaceae	<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	Gusanero	A	65	9	56	✓	✓
	Anacardiaceae	<i>Spondias mombin</i> L.	Jobo	A	2		2	✓	✓
2	Apocynaceae	<i>Aspidosperma polyneuron</i> Müll. Arg.	Carreto	A	23	10	13	✓	✓
3	Arecaceae	<i>Bactris</i> sp.	Albarico	Ar	1		1	✓	✓
4	Asteraceae	<i>Wedelia</i> sp.	Clavel de jardín	Ar	5	1	4	✓	✓
5	Bignoniaceae	<i>Sp. A</i>	Bejuco sp.	LL	1		1		✓
	Bignoniaceae	<i>Cydista diversifolia</i> (Kunth) Miers	<i>Cidista</i>	A	2	2			✓
	Bignoniaceae	<i>Tabebuia chrysea</i> S. F. Blake	Penda	A	1		1		✓
	Bignoniaceae	<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) A. DC.	Roble	A	5	1	4	✓	✓
	Bignoniaceae	<i>Sp. B</i>	Bejuco Trifoliado	LL	3	3			✓
6	Bombacaceae	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaernt.	Ceibote	A	2		2	✓	✓
7	Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken	Pardillo	A	21	21			✓
	Boraginaceae	<i>Cordia collococca</i> L.	Caujaro rojo	A	14	2	12	✓	✓
	Boraginaceae	<i>Cordia curassavica</i> (Jacq.) Roem. & Schult.	Caujarrillo	Ar	3	2	1		✓
	Boraginaceae	<i>Cordia dentata</i> Poir.	Caujaro	A	54		54	✓	✓
	Boraginaceae	<i>Heliotropium</i> sp.	Rabo de alacrán	H	1		1		✓
8	Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	Indio desnudo	A	24	2	22	✓	✓

FC= Forma de crecimiento; NTI= Número total de individuos;

BN= Bosque Natural; ES= Escombrera Sur; TE= Terraza; T= Talud

A= Árbol, Ar = Arbusto, LL = Liana Leñosa, LH= Liana Herbácea, H= Hierba.

Cuadro 1. Lista de especies por familia presentes en bosques naturales y escombrera sur (Continuación).

N°	Familia	Especie	Nombre común	FC	NTI	BN	ES	TE	T
9	Caesalpinaceae	<i>Bauhinia sp.</i>	Bejuco cadena	LL	10	10			
	Caesalpinaceae	<i>Caesalpinia granadillo</i> Pittier	Ebano	A	5		5	✓	✓
	Caesalpinaceae	<i>Caesalpinia pulcherrima</i> (L.) Sw.	Clavellina	Ar	688		688	✓	✓
	Caesalpinaceae	<i>Senna sp.</i>	Bicho	A	1		1		✓
10	Capparidaceae	<i>Capparis amplissima</i> Lam.	Capparis	A	42	42			
	Capparidaceae	<i>Capparis flexuosa</i> (L.) L.	Paniagua	A	1	1			
	Capparidaceae	<i>Capparis frondosa</i> Jacq.	Chicoporo	Ar	29	29			
11	Celastraceae	<i>Maytenus karstenii</i> Reissek	Maystenus	A	9	9			
12	Combretaceae	<i>Terminalia oblonga</i> (Ruiz & Pav.) Steud.	Guayabón	A	2		2	✓	
13	Convolvulaceae	<i>Ipomoea sp.</i>	Liana	LH	1		1		✓
14	Euphorbiaceae	<i>Acalypha sp.</i>	Acalifa	Ar	5	5			
	Euphorbiaceae	<i>Hura crepitans</i> L.	Jabillo	A	50	1	49	✓	✓
15	Fabaceae	<i>Centrobium paraense</i> Tul.	Balaustre, Cartan	A	38	38			
	Fabaceae	<i>Coursetia ferruginia</i> (Kunth) Lavin	Grifo negro	A	281	30	251	✓	✓
	Fabaceae	<i>Lonchocarpus sp.</i>	Majomo	A	16	16			
	Fabaceae	<i>Machaerium arboreum</i> (Jacq.) Benth.	Ojo de Zamuro	A	23	23			
	Fabaceae	<i>Machaerium robiniiifolium</i> (DC.) Vogel	Cascaron	A	32	32			
	Fabaceae	<i>Platypodium elegans</i> Vogel	Lomo de caimán	A	1	1			
	Fabaceae	<i>Pterocarpus acapulcensis</i> Rose	Sangre drago	A	3	2	1		✓

FC= Forma de crecimiento; NTI= Número total de individuos;

BN= Bosque Natural; ES= Escombrera Sur; TE= Terraza; T= Talud

A= Árbol, Ar = Arbusto, LL = Liana Leñosa, LH= Liana Herbácea, H= Hierba.

Cuadro 1. Lista de especies por familia presentes en bosques naturales y escombrera sur (Continuación).

N°	Familia	Especie	Nombre común	FC	NTI	Número de individuos registrados			
						BN	ES	TE	T
16	Flacourtiaceae	<i>Casearia aculeata</i> Jacq.	<i>Casearia aculeata</i>	A	4	4			
	Flacourtiaceae	<i>Casearia arborea</i> (Rich.) Urb.	<i>Casearia arborea</i>	A	1	1			
	Flacourtiaceae	<i>Casearia</i> sp.	<i>Casearia</i> sp.	A	8	8			
	Flacourtiaceae	<i>Casearia ulmifolia</i> Vahl ex Vent.	Vara blanca	A	20	20			
17	Hernandiaceae	<i>Gyrocarpus americanus</i> Jacq.	Voladora	A	2	2			
18	Malpighiaceae	<i>Banisteriopsis</i> sp.	<i>Banisteriopsis</i> sp.	LL	1	1			
19	Malvaceae	<i>Sida</i> sp.	<i>Sida</i> sp.	Ar	76		76		✓
	Malvaceae	<i>Gossypium barbadense</i> L.	<i>Algodón</i>	Ar	34		34		✓
20	Meliaceae	<i>Azadirachta indica</i> A. Juss.	Nim	A	740		740		✓
	Meliaceae	<i>Trichilia</i> sp.	Melia	A	8		8		
21	Mimosaceae	<i>Acacia polyphylla</i> DC.	Chichero	A	3		3		
	Mimosaceae	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	Leucaena	A	852		852		✓
	Mimosaceae	<i>Pithecellobium hymenaeifolium</i> (H. & B.) Benth.	Maiz tostado	A	3		3		✓
	Mimosaceae	<i>Piptadenia flava</i> (Spreng. ex DC.) Benth.	Araña de gato	LL	1		1		✓
	Mimosaceae	<i>Piptadenia pittieri</i> Harms	Tiamo	A	52		40	12	✓
	Mimosaceae	<i>Samanea saman</i> (Jacq.) Merr.	Lara	A	8		8		✓
22	Moraceae	<i>Brosimum alicastrum</i> Sw.	Guaimaro, Charo	A	44		44		✓
	Moraceae	<i>Cecropia peltata</i> L.	Yagrumo	A	4		4		✓

FC= Forma de crecimiento; NTI= Número total de individuos;
 BN= Bosque Natural; ES= Escombrera Sur; TE= Terraza; T= Talud
 A= Árbol, Ar = Arbusto, LL = Liana Leñosa, LH= Liana Herbácea, H= Hierba.

Cuadro 1. Lista de especies por familia presentes en bosques naturales y escombrera sur (Continuación).

N°	Familia	Especie	Nombre común	FC	NTI	Numero de individuos registrados				
						BN	ES	TE	T	
23	Myrsinaceae	<i>Ardisia foetida</i> Willd. ex Roem. & Schult.	Niperillo	A	3	3				
24	Nyctaginaceae	<i>Guapira ferruginea</i> (Klotzsch ex Choisy) Lundell	Todo el verano, Bejucó parcha	A LH	2 1	2 1				
25	Passifloraceae	<i>Passiflora</i> sp.								
26	Phytolaccaceae	<i>Trichostigma octandrum</i> (L.) H. Walter	Mora	A	1	1				
27	Poaceae	<i>Cenchrus echinatus</i> L.	Cadillo de perro	H	2		2		✓	
28	Polygonaceae	<i>Ruprechtia ramiflora</i> (Jacq.) C.A. Mey.	Tamare	A	27	27				
29	Rubiaceae	<i>Alseis mutisii</i> Moldenke	Alseis	A	17	17				
	Rubiaceae	<i>Calycophyllum candidissimum</i> (Vahl) DC.	Betún	A	8	8				
	Rubiaceae	<i>Randia armata</i> (Sw.) DC.	Cucharo	A	3	3				
	Rubiaceae	<i>Randia</i> sp.	Randia	A	1	1				
30	Rutaceae	<i>Fagara caribaea</i> (Lam.) Krug & Urb.	Mapurite	A	11	11				
31	Sapindaceae	<i>Melicoccus bijugatus</i> Jacq.	Mamón	A	4	4				
	Sapindaceae	<i>Paullinia</i> sp.	Liana paullinia	LL	1	1				
	Sapindaceae	<i>Talisia oliviformis</i> (Kunth) Radlk.	Cotoperiz	A	7	7				
32	Sterculiaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Guacimo	A	69	2	67		✓	
	Sterculiaceae	<i>Sterculia apetala</i> (Jacq.) H. Karst.	Cacaíto	A	1	1	1		✓	
33	Verbenaceae	<i>Lantana camara</i> L.	Cariquito	Ar	4	4	4		✓	
	Verbenaceae	<i>Vitex orinocensis</i> Kunth	Acetituno	A	14	8	6		✓	
Total de individuos registrados						3502	520	2982		

FC= Forma de crecimiento; NTI= Número total de individuos;

BN= Bosque Natural; ES= Escombrera Sur; TE= Terraza; T= Talud

A= Árbol, Ar = Arbusto, LL = Liana Leñosa, LH= Liana Herbácea, H= Hierba.

compartieron ambos ambientes, y que gran parte de ellas provinieron de los bosques naturales aledaños, destacando entre estas *Cordia collococca*, *Ceiba pentandra*, *Bursera simaruba* y *Hura crepitans*, las cuales lenta y naturalmente, se están incorporando a la matriz de los Arbustales de la escombrera.

En cuanto a la composición florística de los rodales en la escombrera, se observó una amplia dominancia de *Leucaena policephala* y *Caesalpinia pulcherrima* (utilizadas inicialmente por la empresa minera

en sus planes de reforestación), debido a sus altas densidades y área basal, las cuales compartieron, en buena parte de los casos, dominancia con pioneras tardías autóctonas muy exitosas como *Cordia dentata* y *Guazuma ulmifolia*. También destacó que tres de los 27 rodales, fueron conformados, casi monoespecíficamente, por "Nim" (*Azadirachta indica*), especie exótica muy exitosa en proporcionar cobertura vegetal, aunque impidiendo el crecimiento de otras especies.

Conclusiones

Por la acción conjunta de reforestaciones dirigidas, atención y mantenimiento en las etapas iniciales y procesos naturales de recuperación, se consideró que el proceso de la recuperación vegetal de la escombrera sur de la mina Paso Diablo, ha sido un evento relativamente exitoso. Se han estructurado luego de 14 años, comunidades vegetales leñosas integradas por arbustos de mediano porte y alturas de hasta 10 m, que le brindan al sustrato un alto nivel de protección; además, de enriquecerlo con materia orgánica. Aunque hasta ahora se presentó una

diversidad notablemente menor de especies en comparación a los bosques maduros que rodean a la escombrera, se observó un proceso de colonización intenso por un grupo de especies nativas que comenzaron a poblar a los Arbustales de la escombrera. Se sugiere seguir trabajando en este aspecto, realizando experimentos de manipulación y enriquecimiento en los cuales se introduzcan nuevas especies, especialmente algunas de las detectadas en el inventario, a fin de producir una aceleración en los procesos sucesionales naturales.

Agradecimiento

Los autores desean expresar su agradecimiento a FONACIT por el

cofinanciamiento a este proyecto No. S1-2001001069.

Literatura citada

1. Beard, J. 1955. The classification of tropical American vegetation types. *Ecology* 36:89-100.
2. Cottan, G. y J. Curtis. 1956. The use of distance measures in phytosociological sampling. *Ecology* 37:451-460.
3. Singh, R. 2002. Biorrestauración de escombreras mediante técnicas Innovadoras, Nagpur (India). [online] [Cited 26-06-2002] Available from World Wide Web: <http://habitat.aq.upm.es/dubai/02/bp161.html>.
4. Soto, M. 1998. Estudio de la dinámica de las diferentes comunidades vegetales afectadas por la explotación carbonífera del Guasare. Informe anual. Convenio ICLAM – Carbones del Guasare. 110 p.
5. Soto, M. y M. Pietrangeli. 1997. Caracterización florística de un bosque semideciduo tropical y las comunidades vegetales establecidas luego de su perturbación. *Cuenca Carbonífera Guasare. Estado Zulia. CIENCIA* 5(2):89-110.