

Diagnóstico ambiental del relleno sanitario praderas del Magdalena, Girardot (Cundinamarca) empleando mariposas (Lepidoptera: papilionoidea y hesperioidea) como indicador de tipo y calidad de hábitat

GARCÍA P., JACK F. A.¹

¹ *Biólogo. Actualmente adelanta estudios de Maestría en Ciencias en la Universidad del Valle (Cali, Colombia). Autor y coinvestigador en proyectos y artículos científicos del Grupo de Investigación en Zoología (GIZ). Correspondencia: Jack Fran Armengot García Pérez, Grupo de Investigación en Zoología, Facultad de Ciencias, Universidad del Tolima, Altos de Santa Elena, Ibagué, Tolima, Colombia.*

Resumen

El presente estudio resalta el uso de mariposas como indicadores de tipo y calidad de hábitat, principalmente pradera/matorral, borde de bosque y bosque, encontrados en el relleno sanitario Praderas del Magdalena del municipio de Girardot (Cundinamarca, Colombia). Se colectaron 239 individuos representados en 6 familias, 16 subfamilias, 46 géneros y 59 especies, las cuales representan cerca del 2% de las especies estimadas para Colombia (3019 spp.) y el 18% de las especies registradas para la cordillera Oriental (328 spp.). La mayor riqueza y diversidad se registró en el hábitat de pradera-matorral, y el análisis de similitud evidenció una baja afinidad entre los hábitat (< 50%). Sin embargo, la mayor similitud ocurrió entre el borde de bosque y el bosque (29%). Los resultados de riqueza y diversidad, al igual que la matriz cuantitativa y cualitativa de impactos, indicaron que el relleno sanitario muestra actualmente una vulnerabilidad moderada del medio, es decir que el impacto sobre la comunidad de mariposas diurnas no representa un efecto adverso.

Palabras clave: impacto ambiental, riqueza, diversidad, similitud, vulnerabilidad

Abstract

This study uses the butterflies as indicators of type and quality habitat, mainly of the meadows/scrubs, forest edge and forest in the meadows Magdalena sanitary filling of the municipality of Girardot (Cundinamarca-Colombia). A total of 239 individuals belonging to 6 families, 16 subfamilies, 46 genus and 59 species were collected, which represent 2% of the species recorded for Colombia (3019 spp.) and 18% of the species registered for the Eastern mountain range (328 spp.) in the Colombian Andes. The greater richness and diversity were registered in the meadows/scrub habitat and the analyses of similarity demonstrate a low affinity among habitats (< 50%). Nevertheless, forest edge and the forest showed the greater affinity (29%). In according to the results of richness and diversity

Correo electrónico: jackdroun@colombia.com

and, the quantitative and qualitative matrix of impacts, currently the sanitary filling reveals a moderate vulnerability of the environment, therefore we suggest that the importance of the impact on the community of diurnal butterflies do not represent an adverse effect.

Keywords: environmental impact assessment, richness, diversity, similarity, vulnerability

1. INTRODUCCIÓN

Los indicadores biológicos son definidos como especies o grupos taxonómicos que pueden reflejar el estado de la biota en cuanto a la biodiversidad, su relación con otras áreas geográficas, variación a lo largo de gradientes, endemismos o el grado de intervención humana (Fagua, 2001). Las mariposas en general son muy sensibles a los cambios de temperatura, humedad y radiación solar que se producen por disturbios en su hábitat, por lo cual el inventario de sus comunidades a través de medidas de diversidad y riqueza representan una herramienta válida para evaluar el estado de conservación o alteración del medio natural (Kremen et ál., 1993; Fagua, 1999). No obstante, algunos grupos como los piéridos pueden establecerse en hábitat abiertos o fragmentados, y de este modo ser tolerantes a condiciones de temperatura, humedad, entre otras, muy diferentes a las presentes en áreas de bosque (Álvarez, 1993; Ruszczuk, 1992).

Contrario a la concepción de que todas las mariposas se encuentran asociadas a ambientes de buena calidad, estudios como el de Tobar (2000) en la cuenca del río El Roble (Quindío-Colombia) han registrado que mientras algunos grupos de mariposas son exclusivos de zonas de bosque, otros pueden fácilmente establecerse en áreas intervenidas donde las condiciones físicas y estructurales (vegetación) son muy diferentes (Álvarez, 1993; De Vries, et ál., 1997; Andrade, 1998; García y Ospina, 2004).

Como complemento al Estudio de Impacto Ambiental (auto OTTYAM-044 de enero de 2006) del proyecto Relleno sanitario del municipio de Girardot, en este estudio se emplearon las mariposas como indicadores del tipo y calidad de hábitat y su importancia en la determinación en el estado de vulnerabilidad del ambiente.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Área de estudio

El relleno sanitario Praderas del Magdalena se encuentra ubicado en el municipio de Girardot (Cundinamarca), jurisdicción de la vereda Zumbamicos, sobre la vía que conduce al municipio de Nariño. Comprende un área de 84 hectáreas y beneficia a las poblaciones de Girardot, Agua de Dios, Ricaurte, Nariño, Carmen de Apicalá y otros municipios del sur de Cundinamarca. El área de influencia directa corresponde al predio en el que se desarrolla el relleno sanitario y presenta las coordenadas N = 969.00 a 971.000 y E = 912.000 a 915.000.

La extensión donde opera el relleno presenta una formación vegetal de bosque seco tropical (Holdridge, 1986), con temperaturas medias de 27,7 °C, con mínimos de 17 °C y máximos de 40 °C. La precipitación media anual registrada es de 95,08 mm con valores mínimos en el mes de agosto (31,3 mm/mes) y máximos en abril (188,4 mm/mes). La humedad relativa es del 65%, con oscilaciones mensuales entre 59% y 72%. Finalmente, la evaporación estimada por año es de 3202 mm, con un valor máximo mensual de 402 mm (agosto) y mínimo de 186 en abril.

Este estudio se realizó en el mes de febrero de 2006. Se establecieron cuatro sitios de muestreo en el relleno; cada sitio de muestreo representó un hábitat, el cual fue evaluado durante un día (tabla 1).

Tabla 1. Descripción de los sitios de muestreo ubicados en el relleno sanitario Praderas del Magdalena.

Sitio	Hábitat	Coordenadas	Elevación
1	Pradera/matorral	N 04° 19' 53.6" W 74° 51' 38.9"	283 m
2	Borde de bosque	N 04° 20' 16.6" W 74° 51' 20.3"	502 m
3	Relicto de bosque parte baja	N 04° 19' 37.3" W 74 51.' 31.3"	460 m
4	Relicto de bosque parte alta	N 04° 19' 41.5" W 74° 51' 24"	526 m

2.2 Metodología de campo

Siguiendo la metodología propuesta por el Instituto Alejandro Von Humboldt (2004), los ejemplares fueron colectados con redes entomológicas, y en cada sitio (hábitat) se realizaron transectos (tipo sendero) desde las 08:00 h hasta las 15:00 h. Para evaluar el gremio de las mariposas acimófagas (que se alimentan de materia orgánica en descomposición), se ubicaron en cada sitio cuatro trampas de cebo (van Someren – Rydon) cada 50 m, cubriendo de este modo un transecto de 200 m. Las trampas fueron observadas dos veces (11:00 h y 14:00 h) y en cada inspección se registró el número de individuos y especies. La composición del cebo utilizado fue naranja/pulpa de lulo y melaza.

Todos los ejemplares fueron sacrificados por constricción torácica (presión digital en el tórax) y los individuos se guardaron en bolsas de papel milano blanco junto con silica gel, esto con el fin de evitar la incidencia de hongos y preservar las mariposas hasta su posterior determinación en el Laboratorio de Investigación en Zoología (Labinzo) de la Universidad del Tolima. Para cada ejemplar capturado se anotó el número de captura, hábitat (pradera/matorral, borde de bosque o relicto de bosque [parte baja o alta]), hora y estrato de permanencia. Adicionalmente, se colectaron muestras vegetales representativas en los tres diferentes tipos de hábitat evaluados, las cuales fueron determinadas en el Herbario Toli de la Universidad del Tolima (tabla 2).

Tabla 2. Listado de las especies vegetales presentes en los hábitat pradera/matorral, borde de bosque y bosque (relictos parte baja y alta) del relleno sanitario Praderas del Magdalena (Girardot, Cundinamarca).

Familia	Género/especie	Porte/tipo	Nombre vulgar	Hábitat
Malvacea	<i>Sida</i> sp.	herbáceo	escobo	pradera/matorral
Mimosaceae	<i>Vachellia farnesiana</i>	subarbustivo	pelá	pradera/matorral
Solanaceae	<i>Solanum</i> sp.	subarbustivo	cucuo	pradera/matorral
Sterculiaceae	<i>Melochia mollis</i>	herbáceo		pradera/matorral
Cucurbitaceae	<i>Cucumis dispaceus</i>	enredadera	jaboncillo	pradera/matorral
Borraginaceae	<i>Heliotropium giospermum</i>	herbáceo	alacrana	pradera/matorral
Amaranthaceae	<i>Amaranthus gracillis</i>	herbáceo	bledo	pradera/matorral
Asclepiadaceae	<i>Calotropis procera</i>	subarbustivo	falso algodón	pradera/matorral
Fabaceae	<i>Dioclea sericeae</i>	herbáceo		pradera/matorral
Euphorbiaceae	<i>Croton leptostachys</i>	subarbustivo	mosquero	pradera/matorral
	<i>Jatropha urens</i>	subarbustivo	pringamoza	pradera/matorral
Poaceae	<i>Sorghum vulgare</i>	herbáceo	sorgo	pradera/matorral
	<i>Andropogon</i> sp.	herbáceo		pradera/matorral
Mimosaceae	<i>Vachelia farnesiana</i>	sub/arbustivo	pelá	pradera/matorral
Anacardiaceae	<i>Astronium graveolens</i>	sub/arbustivo	diomate	borde de bosque
Malvacea	<i>Sida</i> sp.	herbáceo	escobo	borde de bosque
Rubiaceae	<i>Randia aculeata</i>	subarbustivo	cruceito	borde de bosque
Solanaceae	<i>Solanum</i> sp.	subarbustivo	cucuo	borde de bosque
Euphorbiaceae	<i>Croton leptostachys</i>	subarbustivo	mosquero	borde de bosque
Fabaceae	<i>Gliricidia sepium</i>	sub/arbustivo	matarraton	borde de bosque
Mimosaceae	<i>Pithecellobium dulce</i> <i>Vachelia farnesiana</i>	sub/arbustivo sub/arbustivo	payande pelá	borde de bosque
Bombacaceae	<i>Ceiba pentandra</i>	arbustivo	ceiba	bosque
Lauraceae	<i>Cinnamomum</i> sp.	arbustivo	laurel	bosque
Rutaceae	<i>Amyris funkiana</i>	arbustivo	hulana	bosque
Erythroxilaceae	<i>Rrythroxylum hondense</i>	subarbustivo	coca	bosque

Familia	Género/especie	Porte/tipo	Nombre vulgar	Hábitat
Apocinaceae	<i>Aspidoderma megalocarpum</i>	arbustivo	cumulá	bosque
Myrtaceae	<i>Myrcia</i> sp.	subarbustivo	arrayan	bosque
Fabaceae	<i>Platymiscium hebestachyum</i>	arbustivo	bao	bosque
Anacardiaceae	<i>Astronium graveolens</i>	sub/arbustivo	diomate	bosque
Mimosaceae	<i>Calliandra</i> sp. <i>Pithecellobuym dulce</i>	Arbustivo sub/arbustivo	mulato payande	bosque
Flacourtiaceae	<i>Laetia</i> sp.	arbustivo	algodón	bosque
	<i>Casearia</i> sp.	arbustivo	amargoso	bosque
	<i>Casearia corymbosa</i>	arbustivo	ondequera	bosque
Sapindaceae	<i>Cupania americana</i>	sub/arbustivo	guacharaco	bosque
Rubiaceae	<i>Randia aculeata</i>	subarbustivo	cruceto	bosque

2.3 Metodología de laboratorio

Los ejemplares fueron tratados en cámara húmeda, montados y fotografiados con una cámara digital Olympus Camedia C2500L de 3,2 megapíxeles.

Para la determinación taxonómica se utilizaron las claves y descripciones de Ehrlich y Ehrlich (1961), Smart (1989), De Vries (1987), Renaser (1987), De la Maza (1987), Andrade (1990), Andrade (1995), Álvarez (1993), Constantino (1995), Fagua (1997) y García Robledo et ál. (2002). Para el arreglo sistemático se empleó la propuesta de Lamas (2004). Para efecto de confirmación taxonómica, los ejemplares colectados fueron comparados con los tipos de la Colección de Lepidópteros diurnos de la Universidad del Tolima (tabla 3).

Tabla 3. Listado de tipos de la colección de lepidópteros diurnos de la Universidad del Tolima.

Especie	Código Colección Zoológica de Lepidópteros Diurnos	Especie	Código Colección Zoológica de Lepidópteros Diurnos
<i>Danaus gilippus</i>	CZUT-L 000123	<i>Morpho peleides</i>	CZUT-L 000576 – 000578
<i>Euptoieta hegesia</i>	CZUT-L 000145 – 000151	<i>Lymnas iarbas</i>	CZUT-L 000648 – 000656
<i>Chlosyne lacinia</i>	CZUT-L 000152 – 000157	<i>Mestra cemifulva</i>	CZUT-L 000670 – 000678
<i>Anartia jatrophae</i>	CZUT-L 000254 – 000258	<i>Heraclides thoas</i>	CZUT-L 000780 – 000786

Espece	Código Colección Zoológica de Lepidópteros Diurnos	Espece	Código Colección Zoológica de Lepidópteros Diurnos
<i>Junonia evarete</i>	CZUT-L 000291 – 000294	<i>Battus polydamas</i>	CZUT-L 000775 – 000779
<i>Hamadryas feronia</i>	CZUT-L 000295 – 000301	<i>Parides lycimenes</i>	CZUT-L 000752 – 000759
<i>Hamadryas februa</i>	CZUT-L 000302	<i>Urbanus proteus</i>	CZUT-L 000800 – 000807
<i>Hamadryas amphinome</i>	CZUT-L 000303 – 000307	<i>Pyrgus oileus</i>	CZUT-L 000820 – 000833
<i>Callicore pitheas</i>	CZUT-L 000319	<i>Anisochoria</i> sp.	CZUT-L 000910 – 000912
<i>Pyrrhogyra otolais</i>	CZUT-L 000320 – 000322	<i>Amenis</i> sp. (<i>Mysoria</i> sp.)	CZUT-L 000846
<i>Colobura dirce</i>	CZUT-L 000548 – 000550	<i>Pyrisitia proterpia</i>	CZUT-L 000971
<i>Dynamine mylitta</i>	CZUT-L 000551, 000552, 000555	<i>Eurema daira</i>	CZUT-L 000972 – 000976
<i>Dynamine theseus</i>	CZUT-L 000553, 000554	<i>Pyrisitia albula</i>	CZUT-L 000977 – 000985
<i>Dynamine sara</i>	CZUT-L 000568	<i>Pyrisitia venusta</i>	CZUT-L 001063 – 001070
<i>Nica flavilla sylvestris</i>	CZUT-L 000556 – 000560	<i>Phoebis agarithe</i>	CZUT-L 001081 – 001084, 001109
<i>Archaeoprepona demophon</i>	CZUT-L 000572	<i>Phoebis argante</i>	CZUT-L 001026 – 001028
<i>Ascia monuste</i>	CZUT-L 001018 – 001023	<i>Antygonus nearchus</i>	CZUT-L 001639
<i>Aphrissa statira statira</i>	CZUT-L 001062	<i>Carrhenes</i> sp	CZUT-L 001640
<i>Calpodetes ethilius</i>	CZUT -001372	<i>Zyzula cyna</i>	CZUT-L 000716

Adicionalmente se consultó a los especialistas Efraín Henao y al coleccionista privado Jean François Le Crom (*Lycaenidae* y *Satyrinae*).

2.3.1 Técnica de transparentación alar

Algunos ejemplares fueron sometidos previamente al proceso de transparentación alar mediante lavados de alcohol (70%) e hipoclorito de sodio (5,25%) para su posterior montaje y determinación en placas (portaobjetos de 76X26 mm), de acuerdo con lo recomendado por García P. y Bejarano (2005).

3. ANÁLISIS DE DATOS Y ESTABLECIMIENTO DE LA LÍNEA BASE AMBIENTAL

Tomando como base la matriz taxa/área/hábitat, se realizó el inventario de las mariposas, así como la obtención de los valores de abundancia relativa (%), riqueza específica (Moreno, 2000) e índice de diversidad Shannon-Wiener (H') con su respectiva prueba de bondad de ajustes (t) (Magurran, 1988). A partir de una matriz de presencia/ausencia se obtuvo el índice de similitud entre hábitat (coeficiente de Jaccard), mediante UPGMA (ligamento promedio por la media aritmética no ponderada) para obtener el respectivo dendrograma de similitud. Para estos análisis se emplearon los paquetes estadísticos Biodiversity Pro (1997) y PastProgram (2004). Finalmente, para establecer la línea base ambiental, se desarrollaron matrices ambientales cuantitativas y cualitativas acordes con la metodología propuesta por Coness-Vitora (1997) con el fin de determinar el estado de vulnerabilidad del ambiente donde opera el relleno sanitario.

4. RESULTADOS

4.1 Composición general

Se colectaron 239 individuos representados en 6 familias, 16 subfamilias, 46 géneros y 59 especies (anexo 1). La familia y subfamilia más abundante fue Nymphalidae (30 spp. y 179 ind.) y Biblidinae (12 spp. y 118 ind.), respectivamente (figura 1). En esta subfamilia se registraron las especies más abundantes *Hamadryas feronia*, *H. Februa* y *Calli-core pitheas*.

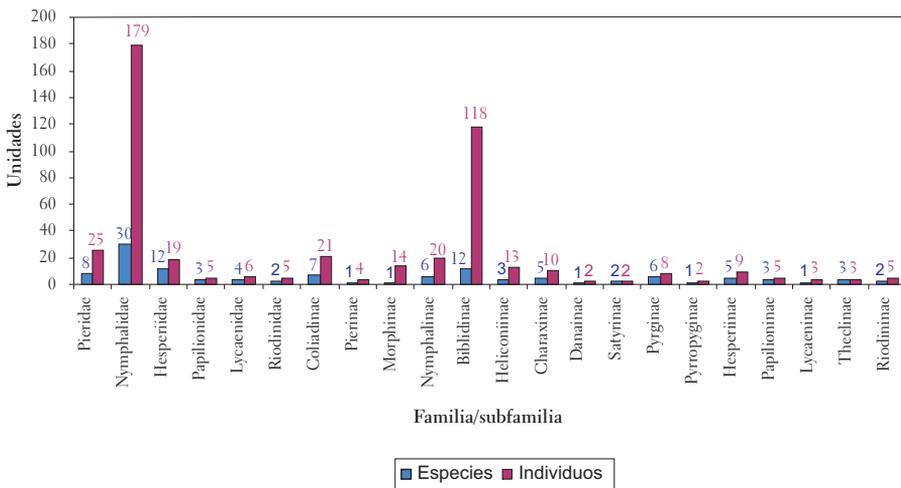


Figura 1. Número de especies e individuos de las familias y subfamilias de mariposas registradas en el relleno sanitario Praderas del Magdalena, febrero de 2006.

4.2 Riqueza específica

La mayor riqueza específica se registró en el hábitat de pradera/matorral ($S = 31$) con 76 individuos, seguida por el borde de bosque ($S = 23$, 40 individuos) y el bosque ($S = 25$, 121 individuos) (figura 2).

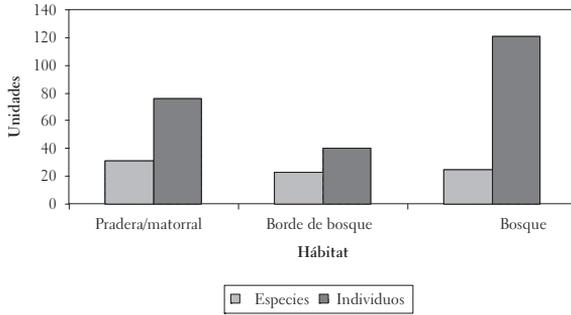


Figura 2. Riqueza específica (S) y número de individuos registrados en los hábitat del relleno sanitario “Praderas del Magdalena”, febrero de 2006.

Acorde con los valores de riqueza, la mayor diversidad también se registró en pradera/matorral ($H' = 3,02$), seguida por el borde de bosque ($H' = 2,43$) y el bosque ($H' = 2,29$) (figura 3). No obstante, el único hábitat que presentó diferencias significativas fue pradera/matorral (pradera/matorral vs. borde de bosque: $t = 2,76$, $p = 0,0076$ y pradera/matorral vs bosque: $t = 4,39$, $p = 0,000017$).

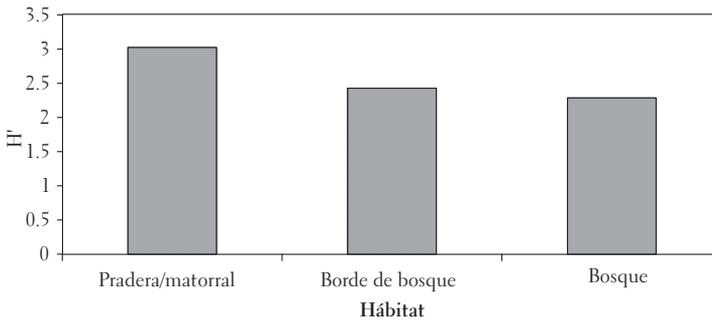


Figura 3. Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') para los hábitat evaluados en el relleno sanitario Praderas del Magdalena, febrero de 2006.

Respecto al análisis de similitud de Jaccard, se registró en conjunto una baja afinidad entre los hábitat ($< 50\%$). Sin embargo, la mayor similitud ocurrió entre el borde de bosque y el bosque (29%), mientras que en el hábitat de pradera matorral se encontró una baja afinidad con el bosque (12%) y un valor representativo con el borde (25%) (figura 4).

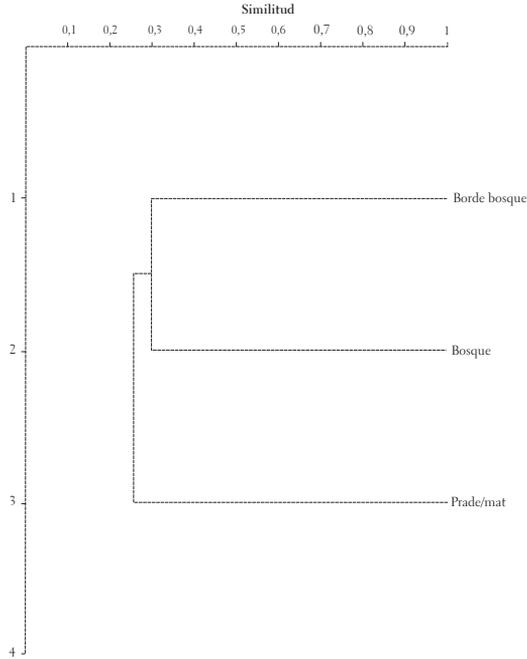


Figura 4. Análisis de similitud de Jaccard para los hábitat evaluados en el relleno sanitario Praderas del Magdalena, febrero de 2006.

4.3 Línea base ambiental

Con el fin de establecer la línea base, a continuación se describe la matriz de impacto ambiental cuantitativa (tabla 4) y la matriz de impacto ambiental cualitativa (tabla 5) respecto al componente biótico: mariposas.

Tabla 4. Matriz de impacto ambiental cuantitativa del relleno sanitario Praderas del Magdalena empleando como componente biótico las mariposas diurnas.

Compo- nente	Natura- leza	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	RC	I	Vulnera- bilidad
Mari- posas	positivo	8	1	2	4	4	4	4	1	1	2	48	Moderada

Tabla 5. Matriz de impacto ambiental cualitativa del relleno sanitario Praderas del Magdalena empleando como componente biótico las mariposas diurnas.

Componente \ Actividad	Estado actual del relleno sanitario
Mariposas (Papilionoidea y Hesperioidea)	Actualmente presenta una vulnerabilidad moderada del medio. Los hábitat abiertos juntos con los relictos de bosque determinan en conjunto un mosaico de parches que permiten el estableciendo de una gran riqueza y diversidad de mariposas.

Naturaleza: corresponde a la condición benéfica (+) o adversa (-) de un impacto.

Intensidad (IN): se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor.

Extensión (EX): área de influencia teórica del impacto en reacción con el entorno del proyecto.

Momento (MO): es el plazo de manifestación del impacto.

Persistencia (PE): se refiere al tiempo en que permanece el impacto desde su aparición y a partir del cual el factor afectado retornará a las condiciones iniciales.

Reversibilidad (RV): capacidad del medio para retornar a su estado original.

Sinergia (SI): este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples.

Acumulación (AC): incremento progresivo del impacto cuando persiste de forma continuada.

Efecto (EF): directo sobre el componente afectado o indirecto si se presenta a partir de un impacto primario actuando como una consecuencia del mismo.

Periodicidad (PR): hace referencia a la regularidad de manifestación del efecto.

Recuperabilidad (RC): consiste en la posibilidad de reconstrucción total o parcial del factor afectado como consecuencia del proyecto.

5. DISCUSIÓN

El relleno sanitario praderas del Magdalena cuenta con el 1,95% de las especies estimadas para Colombia (3019 spp., Andrade, 1999) y el 17,98% de las especies registradas para la cordillera Oriental (328 spp., Amat et ál., 1999). Esto determina en conjunto que en el relleno se registra una alta representatividad a nivel local de mariposas y que probablemente la heterogeneidad en el paisaje (diferencias entre parches/hábitat) permite el establecimiento de diferentes grupos.

La familia más abundante fue Nymphalidae, con 6 de las 16 subfamilias registradas para Colombia. Este comportamiento también ha sido encontrado en estudios

realizados por Álvarez (1993) en dos zonas del departamento de Risaralda, Andrade (1994), en dos zonas de bosque primario y secundario (Risaralda), Rodríguez et ál. (2000), en un relicto vegetal de Armenia, Arias y Huertas (2001), en la serranía de los Churumbelos, García y Ospina (2004), en la cuenca del río Coello (Tolima) y Peña (2006) en la cuenca del río Prado (Tolima). La subfamilia Biblidinae alcanzó una alta representatividad debido a la presencia de especies abundantes como *Hamadryas feroxia*, *H. Februa* y *Callicore pitheas*. Esta abundancia en biblidinos también ha sido registrada en la cuenca del río Prado (Peña, 2006).

La riqueza registrada en el hábitat de pradera/matorral está determinada por la incidencia de especies de la familia Pieridae, siendo propias de este hábitat evaluado *Pyrisita proterpia*, *P. venusta*, *Aprissa statira*, *Eurema daira* y *Phoebis arganthe larra*. Amat y Miranda (1996) mencionan al respecto que entre los factores abióticos, la incidencia de una mayor cantidad de luz en zonas abiertas como praderas y bordes beneficia a muchas especies heliofílicas, como la mayoría de los píeridos.

La mayor diversidad registrada en pradera/matorral obedece probablemente a un efecto de perturbación intermedia, el cual favorece a muchos grupos heliofílicos como píeridos, licénidos (*Zizula cyna*), riódínidos (*Aricoris erostratus*), hespéridos (*Pyrgus oileus*, *Urbanus proteus*, *Heliopetes laviana* y *H. nivella*, entre otros), papiliónidos (*Heraclidas thoas* y *Battus polydamas*) y algunos ninfálidos como *Euptoieta hegesia*, *Junonia evarete* y *Chlosyne lacinia*, entre otros. Colwell (1994) menciona que altos valores de diversidad pueden ser mantenidos en ambientes con niveles intermedios de perturbación, lo cual significa que una mayor heterogeneidad en el paisaje, entendida esta como la variabilidad entre los hábitat (agregación) y dentro de estos (contraste), permite el establecimiento de un gran número de especies, lo que estaría de acuerdo con la hipótesis de perturbación intermedia.

El relleno sanitario se encuentra en una formación de bosque seco tropical. Según el IGAC (1963), en Colombia esta formación junto con las de bosque muy seco tropical (bms – T), bosque húmedo subtropical (bh – ST) y bosque húmedo montano bajo (bh – MB), presentan un alto nivel de intervención antrópica debido a factores como mayor conglomeración de habitantes, sobrepastoreo, tala indiscriminada y cultivos suplementados por riego que modifican la vegetación natural.

En este estudio, la diversidad del borde, representado como la transición entre pradera/matorral y bosque, es importante debido a las interacciones entre las especies, representando de este modo un hábitat de transición o “buffer”. En el borde, la interacción entre dos hábitat permite un mayor contraste, lo cual aumenta su complejidad respecto a los hábitat participantes y beneficia el establecimiento de un mayor número de especies (Magura et ál., 2001, García y Ospina, 2004).

A pesar de que el bosque presentó menor diversidad, es allí donde se registran especies propias de este hábitat (*Pharneuptychia innocentia*, *Taygetis puritana*, *Temenis laothoe*, *Eunica malvina*, *Dynamine sara*, *Zaretis itys*, *Achylodes busirus heros*, *Antygonus nearchus* y *Vehilius* sp.). Tobar (2000) propone una tendencia de mariposas generalistas por hábitat de pradera con algún tipo de perturbación o transformación, mientras que las

especies de bosque tienden a ser especialistas y prefieren hábitat con estructura de vegetación más compleja.

La presencia de estratos en el bosque determina gradientes de temperatura y humedad particulares, además de estadios de sucesión vegetal tardíos que favorecen el establecimiento de grupos de mariposas adaptados a estas condiciones (físicas y estructurales). (García y Ospina, 2004). Master (1991) sugiere que la ocurrencia de especies raras puede indicar hábitat particulares o áreas de interés para la conservación. En síntesis, no solo el bosque presente en la ladera es importante para algunas especies de mariposas, sino también para otras especies animales como aves y mamíferos. Además, cabe resaltar el servicio ambiental que ofrece el área boscosa al asimilar el biogás (CO₂) proveniente de la incineración y del proceso de descomposición natural de la materia orgánica.

La baja similitud observada en conjunto probablemente indica diferencias en cuanto a la composición dentro de los hábitat. No obstante, la mayor similitud entre el borde de bosque y el bosque indica la incidencia de un mayor número de especies comunes, como *Morpho peleides*, *Callicore pitheas*, *Parides lycimenes* y *Heliconius sara*. El hábitat de pradera/matorral presentó menor afinidad debido a la incidencia de especies propias, como piéridos, algunos ninfálidos, hespéridos, licénidos, riodínidos y papiliónidos, ya mencionados.

Finalmente, según los resultados de riqueza y diversidad y de las matrices cuantitativa y cualitativa de impactos, descritas en las tablas 3 y 4, respectivamente, el relleno sanitario Praderas del Magdalena muestra actualmente una vulnerabilidad moderada del medio, es decir que la importancia del impacto sobre la comunidad de mariposas diurnas no representa un efecto irrelevante ni severo. Esto concuerda con el resultado obtenido en el componente faunístico del estudio de impacto ambiental realizado con anterioridad (Ser Ambiental, 2003).

6. CONCLUSIÓN

El área de influencia directa del relleno y sus alrededores determinados por hábitat abiertos, junto con los relictos de bosque secundario, representan un mosaico de parches diferenciados en agregación y contraste, los cuales permiten el establecimiento de una gran riqueza y diversidad de mariposas, siendo todas las especies importantes para la dinámica ecológica dentro y entre los hábitat (polinización y flujo de energía en la cadena trófica, principalmente).

7. RECOMENDACIONES

Es importante priorizar la conservación del bosque secundario presente en la ladera relleno, puesto que allí se encuentran especies propias de este hábitat y, en gran medida, representan la fauna lepidopterológica a nivel local.

AGRADECIMIENTOS

El autor agradece a los especialistas Efraín Henao, Jáider Manuel Peña y Leonardo Alberto Ospina, y al coleccionista ingeniero Jean François Le Crom (Lycaenidae y Satyrinae) por su colaboración con la identificación taxonómica. Igualmente a Óscar Ortiz por su colaboración en este estudio.

BIBLIOGRAFÍA

- ÁLVAREZ, J. (1993). Inventario de las mariposas (Lepidoptera: Rhopalocera), con anotaciones ecológicas, para dos zonas del Departamento de Risaralda, Colombia. Trabajo de grado (Biólogo). Universidad Nacional, Bogotá. 204 p.
- AMAT G. y MIRANDA M. (1996). Insectos, biodiversidad, conservación: ¿Cómo monitorear insectos en Colombia? Insectos de Colombia, estudios escogidos. Cap II. En *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 10, 37-54.
- AMAT, G., F. FERNÁNDEZ y ANDRADE C., G. (1999). Un vistazo actual a la taxonomía de insectos en Colombia (Coleoptera, Himenoptera y Lepidoptera). *Insectos de Colombia*, 1, 14-33.
- ANDRADE, G. (1990). Clave para las familias y subfamilias de Lepidoptera: *Rhopalocera* de Colombia. *Caldasia*, 16, 539-550.
- _____. (1994). Estudio de conservación y biodiversidad de mariposas en dos zonas de bosque primario y secundario en Colombia (Insecta: Lepidoptera). Trabajo presentado en la III Jornada de Lepidopterología, Madrid. *SHILAP Revista Lepidopterológica*, 22, 147-181.
- _____. (1995). Monografía No. 1 *Actinote* (Nymphalidae: Acraeinae). En P. M. Ruiz y P. Pinto (Eds.), *Monografía de Fauna en Colombia* No. 1 Nymphalidae: Acraeinae: *Actinote*. Instituto de Ciencias Naturales – Universidad Nacional de Colombia, p. 120.
- _____. (1998). Utilización de mariposas como bioindicadoras de tipo de hábitat y su biodiversidad en Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 22, 407-421.
- _____. (2000). Biodiversidad y conservación de la fauna colombiana. En: *Memorias I Congreso Colombiano de Zoología*. Instituto de Ciencias Naturales – Universidad Nacional de Colombia.
- ARIAS, J. y HUERTAS, C. (2001). Mariposas diurnas de la Serranía de los Churumbelos, Cauca. Distribución altitudinal y diversidad de especies (Lepidoptera: Rhopalocera: Papilionoidea). *Revista Colombiana de Entomología*, 27, 169-176.
- COLWELL, R. K. (1994). Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. En: Hawkworth, D. L. (Eds.), *The quantification and estimation of organismal biodiversity*, (pp. 101-118). Special volume. Philosophical Transactions of the Royal Society. London.
- CONESS-VITORA. (1997). Metodología para la evaluación de impactos ambientales. En: *Estudio de impacto ambiental, construcción y operación Relleno Sanitario Municipio de Girardot*. Tomo II. Ser Ambiental.

- CONSTANTINO, L. M. (1995). Revisión de la tribu Haeterini Herrich-Schaeffer 1864 en Colombia (Lepidoptera: Nymphalidae: Satyrinae). *SHILAP Revista Lepidopterológica*, 23, 49-76.
- DE LA MAZA, R. (1987). *Mariposas mexicanas*. México: Fondo de Cultura Económica, S.A. DE C.V. 301 p.
- DE VRIES, P. J. (1987). *The butterflies of Costa Rica and their Natural History. Papilionidae. Pieridae. Nymphalidae*. Nueva Jersey, EEUU: Princeton, 327 p.
- _____. Murray, D., Lande, R. (1997). Species diversity and rarity in vertical, horizontal, and temporal dimensions of a fruit-feeding nymphalid butterfly community in an Ecuadorian rainforest. *Biological Journal of the Linnean Society*, 62, 342-364.
- ERHLICH, P. R. & ERHLICH, A. H. (1961). *How to Know the Butterflies*. Iowa, EEUU: W.M. C. Brown, 262 p.
- FAGUA, G. (1997). *El género Parides Hübner, 1819 (Lepidoptera: Papilionidae) en Colombia*. Tesis de Maestría en Biología, énfasis en Sistemática. Universidad Nacional de Colombia - Bogotá, UNCB, Colombia.
- _____. (1999). Variación de las mariposas y hormigas de un gradiente altitudinal de la cordillera Oriental (Colombia). En M. G. Andrade, G. Amat y F. Fernández (Eds.), *Insectos de Colombia. Estudios escogidos* (pp. 317-362). Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Colección Jorge Álvarez Lleras No. 13, cofinanciada por la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- _____. (2001). *Manual de metodologías para el desarrollo de inventarios y monitoreo de la biodiversidad: mariposas diurnas (Lepidoptera)*. Instituto de investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Grupo de Exploración y Monitoreo Ambiental, GEMA. Bogotá, Colombia. 536 p.
- GARCÍA, P. J. y OSPINA, L. L. (2004). *Lepidoptera: Rhopalocera: Diversidad y distribución en la cuenca del río Coello (Tolima-Colombia)*. Trabajo de grado, Biología, Facultad de Ciencias, Universidad del Tolima, Ibagué. 405 p.
- GARCÍA P, J. y BEJARANO, D. (2005). Lepidóptera (Insecta) de la Reserva Natural Ibanasca (Tolima): composición taxonómica y distribución altitudinal. En: *Memorias XL Congreso Nacional de Ciencias Biológicas*. Cali.
- GARCÍA ROBLEDO, L., CONSTANTINO, L., DOLORES, M. y KATAN, G. (2002). *Mariposas comunes de la cordillera Central de Colombia*. Programa de Colombia de Wildlife Conservation Society. Feriva S.A.
- HOLDRIDGE, L. R. (1986). *Ecología basada en las zonas de vida*. Colección de libros y materiales educativos. No 83. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José.
- INSTITUTO ALEJANDRO VON HUMBOLDT. (2004). *Manual de metodologías para el desarrollo de inventarios y monitoreo de la biodiversidad*, p. 59-76. Instituto de investigación de Recursos Biológicos AvH. Grupo de Exploración y Monitoreo Ambiental, GEMA. 2001.

- IGAC. (1963). *Formaciones vegetales de Colombia* (p. 20). Memoria explicativa sobre el mapa ecológico. República de Colombia. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Departamento Agrológico.
- KREMEN, C., COLWELL, R. K., ERWIN, T. L., MURPHY, D. D., NOSS, R. F. & SANJAYAN, M. A. (1993). Terrestrial arthropod assemblages: their use in conservation planning. *Conservation Biology*, 7(4), 796-808.
- LAMAS, G. (2004). *Atlas of Neotropical Lepidoptera*, 5A. Checklist: Part 4A: Hesperioidea – Papilionoidea Association for Tropical Lepidoptera, Gainesville, Florida, USA. 439 p.
- MAGURA, T., TOTHMERESZ, B. & MOLNAR, T. (2001). Forest edge and diversity: Carabid along forest – grassland transect. *Biodiversity and Conservation*, 10, 287-300.
- MAGURRAN, A. E. (1988). *Diversidad ecológica y su medición*. Córcega: Vedra. 200 p.
- MASTER, L. L. (1991). Assessing treats and setting priorices for conservation. *Conservation Biology*, 5, 559-563. In: Simonson, S. E., Opler, P. A., Stohlegren, T. J. & Chong, G. W. Rapid assestement of butterfly diversity in a montane landscape. *Biodiversity Conservation*, 10, 1369-1386. 2001.
- MORENO, C. E. (2000). Métodos para medir la biodiversidad. *M & T Manuales y Tesis SEA*, 1. Zaragoza. 84 p.
- PEÑA, J. M. 2006. (*Diversidad y distribución de mariposas diurnas (Rhopalocera) en la cuenca del río Prado (Tolima)*). Tesis de grado (Biólogo). Universidad del Tolima. (En desarrollo).
- RENASER. (1987). *El encanto de las mariposas de Colombia*. Bogotá, Colombia: Renaser, 64 p.
- RODRÍGUEZ, C., RAMÍREZ, L. A. Y LARGO, D. (2000). Lepidópteros diurnos (Rhopalocera) del relicto vegetal “Cedro Rosado” de la Universidad del Quindío, Armenia. *Revista de Investigaciones*, 9, 15-23. Universidad del Quindío.
- RUSZCZYK, A. (1992). Gradients in butterfly species diversity in an urban area in Brazil. *Journal of the Lepidopterist' Society*, 46, 255-264.
- SER AMBIENTAL. (2003). *Estudio de impacto ambiental construcción y operación Relleno Sanitario Municipio de Girardot*. Tomos I y II. Servicios Ambientales S.A. E.S.P.
- SMART, P. (1989). *The Illustrated Encyclopedia of the Butterfly Word*. London: Salamander Books Limited, 275 p.
- TOBAR, L. (2000). *Diversidad de mariposas (Lepidoptera: Rhopalocera) en la parte alta de la cuenca del río El Roble (Quindío) y sus hábitos de polinización* (p. 150). Tesis de grado. Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Ciencias. Departamento de Biología, Bogotá.

ANEXO 1. ESPECIES REGISTRADAS EN EL RELLENO SANITARIO PRADERAS DEL MAGDALENA DEL MUNICIPIO DE GIRARDOT (CUNDINAMARCA).

Familia pieridae	Hesperiidae
<i>Phoebia agarithe agarithe</i> <i>Eurema proterpia</i> <i>Pirycitia venusta</i> <i>Aprissa statira</i> <i>Eurema daira</i> <i>Ascia monuste</i> <i>Piricitia albula</i> <i>Phoebis arganthe larra</i>	<i>Pyrgus oileus</i> <i>Urbanus proteus</i> <i>Amenis burcastus</i> <i>Achylodes busirus heros</i> <i>Antygonus nearchus</i> <i>Heliopetes nivella</i> <i>Heliopetes laviana</i> <i>Perichares philetes</i> <i>Timochreon satyrus</i> <i>Vehilius sp.</i> <i>Burca braco cf</i> <i>Tisias lesuer</i>
Familia nymphalidae <i>Euptoieta hegesia</i> <i>Chlosyne lacinia</i> <i>Junonia evarete</i> <i>Hamadryas feronia</i> <i>Hamadryas februa</i> <i>Hamadryas amphinome</i> <i>Pyrrogyra otolais</i> <i>Agraulis vanillae</i> <i>Heliconius sara</i> <i>Heliconius erato</i> <i>Heliconius melpomene</i> <i>Callicore Pitheas</i> <i>Zaretis itys</i> <i>Danaus gilippus</i> <i>Cosul fabius</i> <i>Dynamine sara</i> <i>Dynamine mylitta</i> <i>Archaeoprepona demophon</i> <i>Anartia jatrophae</i> <i>Eunica malvina</i> <i>Cymmatogramma austrina</i> <i>Dynamine theseus</i>	Papilionidae <i>Herclides thoas</i> <i>Battus polydamas</i> <i>Parides lycimenes</i> Lycaenidae <i>Zizula cyna</i> <i>Phanthiades phaleros</i> <i>Strimon sp</i> <i>Panthiades bathildis</i> Riodinidae <i>Melanis iarbas</i> <i>Aricoris erostratus</i>



Referencia	Recepción	Aprobación
GARCÍA P., J. F. A. Diagnóstico ambiental del relleno sanitario praderas del Magdalena, Girardot (Cundinamarca) empleando mariposas (Lepidoptera: papilionoidea y hesperioidea) como indicador de tipo y calidad de hábitat <i>Revista Tumbaga</i> (2008), 3, 92-108	Día/mes/año 07/02/2008	Día/mes/año 04/10/2008