



Facultad de Ciencias
Sección de Biología
Departamento de Biología
Animal, Edafología y Geología.



Análisis de biodiversidad de artrópodos en distintas parcelas de laurisilva con muestreos estandarizados.

Analysis of arthropod biodiversity in different plots of laurel forest with standardised sampling.

Irene Santos Perdomo

Trabajo Fin de Grado

Julio 2016

SOLICITUD DE DEFENSA Y EVALUACIÓN TRABAJO FIN DE GRADO Curso Académico: 2015/2016	ENTRADA Fecha: Núm:
--	--------------------------------------

Datos Personales

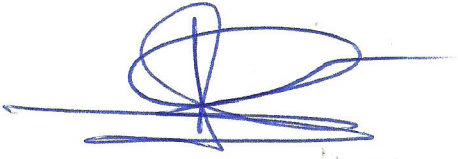

Nº DNI o pasaporte:	Nombre y Apellidos:
79063624C	Irene Santos Perdomo
Teléfono:	Dirección de correo electrónico:
691631845	ire_persa9@hotmail.com

SOLICITA la defensa y evaluación del Trabajo Fin de Grado

TÍTULO

Análisis de biodiversidad de artrópodos en distintas parcelas de laurisilva con muestreos estandarizados.

Autorización para su depósito, defensa y evaluación

D. Pedro Oromí Masoliver	
Profesor del Departamento de Biología Animal, Edafología y Geología	
y D. Marcos Báez Fumero	
Profesor del Departamento de Biología Animal, Edafología y Geología	
autorizan al solicitante a presentar la Memoria del Trabajo Fin de Grado	
 Fdo.: Pedro Oromí Masoliver	 Fdo.: Marcos Báez Fumero

La Laguna, a 4 de julio de 2016

Firma del interesado/a



SR/A. PRESIDENTE DE LA COMISIÓN DE GRADO DE LA FACULTAD DE BIOLOGÍA

ÍNDICE

Introducción	1
Objetivos	3
Objetivo general	3
Objetivos específicos	3
Material y métodos	4
Resultados y discusión	8
Bosque de lauráceas.....	12
Bosque de crestería.....	13
Bosque de fayal-brezal	15
Análisis entre áreas	18
Conclusiones	23
Agradecimientos.....	24
Bibliografía.....	25

Resumen

En el Parque Nacional de Garajonay (La Gomera) hay zonas conservadas y zonas alteradas por incendios que han tenido lugar en él. Se propone en este estudio conocer si existen diferencias en la diversidad de especies y en la abundancia de individuos entre los dos tipos de parcela de cada localidad analizada. Para ello, un equipo IPNA/ULL colectó muestras de invertebrados mediante distintas técnicas en cinco localidades: El Cedro, Tajaqué, Las Hayas, Risquillos de Corgo y Los Gallos, ubicadas en tres tipos de bosque (lauráceas, cresta y fayal-brezal). Se procedió a la separación de las muestras por morfoespecies, a su identificación y al registro de los resultados, y se llevó a cabo un análisis de los datos. Los resultados muestran que, en la mayoría de los casos, las parcelas control albergan un mayor número de especies y de ejemplares que las parcelas quemadas. Sin embargo, existe una gran similitud entre ellas, salvo en Tajaqué, posiblemente debido a su localización en el parque. Se concluye que las diferencias entre cada tipo de bosque respecto a los incendios y su correspondiente diversidad de especies y abundancia de individuos no son significativas, y excepto en la crestería, hay una correlación progresiva respecto a las fechas de los incendios.

Palabras clave: biodiversidad, Coleoptera, Garajonay, incendios, riqueza.

Abstract

In Garajonay National Park (La Gomera) well preserved and damaged areas can be found due to different fires that have occurred along time. The purpose of this study is to know if there are differences between species diversity and specimen abundance at the two kind of plots of each analysed locality. The samples were previously collected by a team from IPNA and the ULL by means of different techniques in five localities of Garajonay: El Cedro, Tajaqué, Las Hayas, Risquillos de Corgo and Los Gallos, located in three types of forest (laurel, ridge and fayal-brezal forest). The samples were sorted, separated by morphospecies, identified and conveniently registered, to finally made an analysis with the recorded data. Most of the results obtained show that control plots have more species and specimens than burned plots. In spite of this, there is a high similarity between them, except in Tajaqué due to its location in the park. In conclusion, differences between each type of forest in relation to fires and to their species diversity and abundance of individuals are not significant, and with the exception of the ridge plots, it follows a progression related with fire dates.

Keywords: biodiversity, Coleoptera, fire, Garajonay, richness.

Introducción

El Parque Nacional de Garajonay (La Gomera) ha sufrido, a lo largo de los años, una serie de incendios que ha modificado drásticamente el ecosistema original de este medio natural. Cabe esperar que la acción del fuego sobre un medio húmedo como es la laurisilva suponga un cambio radical de las condiciones ambientales, tanto a nivel edafológico, pues los componentes químicos y físicos del suelo se ven alterados, como florístico, ya que se modifican las características del hábitat que hacían posible el desarrollo de determinadas comunidades vegetales. Esto repercute directamente sobre la fauna entomológica y su biodiversidad, ya que cada uno de los grupos que la conforman va a presentar algunas características ecológicas específicas que condicionan en qué medio asentarse y desarrollarse. Por lo tanto, es de esperar que los organismos que habitan la laurisilva en su estado natural puedan ser distintos de los que habitan un medio similar tras un incendio, y es lo que se pretende averiguar en este estudio.

Para comprobar la influencia del fuego, el equipo formado por entomólogos del IPNA-CSIC y del Depto. de Biología Animal de la ULL llevó a cabo a mediados del año 2015, dentro de un proyecto de investigación en Parques Nacionales, un muestreo intensivo de artrópodos en tres tipos de laurisilva del Parque Nacional: bosque de lauráceas, bosque de crestería y bosque de fayal-brezal. A su vez, en cada uno de estos bioclimas se muestreó en dos zonas distintas: áreas que han sufrido incendios, denominadas en el estudio parcelas alteradas o quemadas, y áreas conservadas, empleadas como parcelas control, para así poder hacer una comparación de los resultados obtenidos entre ellas.

En total se muestreó en siete parcelas ubicadas en tres tipos de bosque de laurisilva (Figura 1):

-Bosque de lauráceas: El Cedro control (CED-C) y El Cedro quemado (CED-Q).

-Bosque de crestería: Tajaqué control (TAJ-C) y Tajaqué quemado (TAJ-Q).

-Bosque de fayal-brezal: Las Hayas (HAY) como parcela control y Risquillos de Corgo (RCO) y Los Gallos (GAL) como parcelas quemadas.

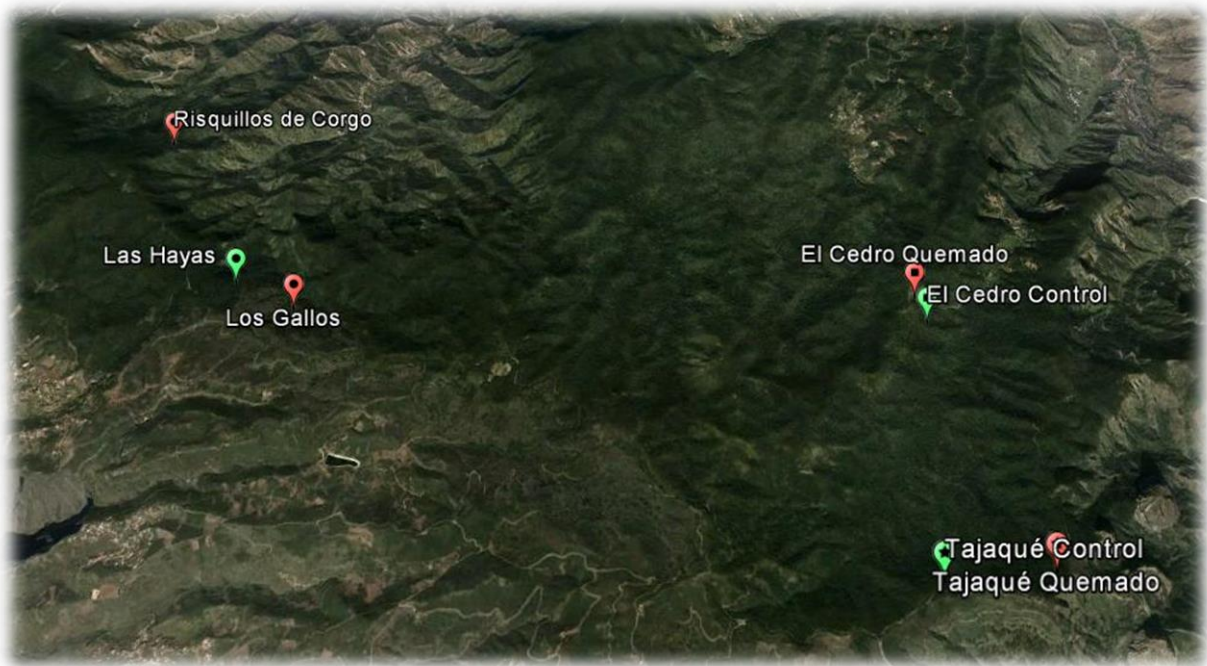


Figura 1. Distribución de las parcelas muestreadas en el Parque Nacional de Garajonay.

Se seleccionaron estas localidades en cada tipo de bosque porque han sufrido incendios en diferentes etapas, siendo el más antiguo en El Cedro hace 60 años aproximadamente, luego Tajaqué en 1984, Risquillos de Corgo en 1995 y Los Gallos en 2012. Como parcela control común a estas dos últimas localidades se muestreó Las Hayas, localidad donde no ha habido incendios y que se encuentra entre las dos anteriores y próxima a ellas; y en las áreas de El Cedro y Tajaqué se eligieron las correspondientes parcelas quemadas (CED-Q y TAJ-Q) y no quemadas (CED-C y TAJ-C), que se emplean como control.

Las técnicas de muestreo utilizadas en esas parcelas son las propias de un protocolo (COBRA), empleadas en Canarias ya anteriormente en el proyecto ISLAND-BIODIV llevado a cabo en 2013-15 en Anaga (Borges et al). Este protocolo incluye diversos muestreos activos empleados en entomología, como son manguero (SWE), vareo (BET), caza a vista (AAS), caza bajo corteza y líquenes en troncos (ABS), caza bajo troncos y piedras (GWS) y colecta de mantillo (LIT), y técnicas pasivas por trampas de caída o *pitfalls* (PIT).

El análisis de estos muestreos consistió en identificar las distintas especies de coleópteros presentes en cada una de las localidades y averiguar si existe variabilidad, en cuanto a riqueza y diversidad de organismos, entre los distintos tipos de formaciones boscosas, y concretamente entre parcelas que no han sufrido incendios respecto a otras

condicionadas por el fuego; o si, en caso contrario, el fuego no supone un parámetro determinante para las comunidades de coleópteros en la laurisilva.

Este estudio se organizó en tres actividades principalmente: 1) el triado de todos los muestreos para separar los coleópteros del resto de artrópodos y clasificarlos por morfoespecies (se consideran la misma especie si comparten características morfológicas diagnósticas); 2) la identificación a nivel de especie mediante el empleo de diversas claves dicotómicas y la comparación directa con ejemplares de colección; y 3) el análisis de los datos obtenidos para indagar si son o no significativas las diferencias entre la biodiversidad y la abundancia de parcelas quemadas y no quemadas .

Objetivos

Objetivo general

Conocer la diversidad de especies de coleópteros de diferentes tipos de bosques en parcelas conservadas y parcelas alteradas por fuego del Parque Nacional de Garajonay en diferentes épocas.

Objetivos específicos

Comparar la diversidad de especies de coleópteros entre diferentes tipos de bosques con parcelas quemadas y no quemadas.

Comparar la abundancia de coleópteros entre parcelas quemadas y no quemadas por localidades.

Analizar si las diferencias en la diversidad y la abundancia de coleópteros entre las localidades se deben a la antigüedad de los incendios o a las características específicas de cada tipo de bosque.

Material y métodos

El estudio comenzó con el tratamiento de las muestras ya colectadas anteriormente a nuestro trabajo por el IPNA-CSIC/ULL en el Parque Nacional de Garajonay, en el invierno de 2015, para posteriormente analizar los resultados obtenidos.

En primer lugar, se llevó a cabo el triado o “*sorting*” de las muestras, técnica que consiste en extraer los ejemplares del medio en que se encontraban conservados desde su captura. En el caso de los muestreos activos, los ejemplares estaban simplemente inmersos en etanol absoluto, ya separados por tipo de muestreo pero sin clasificar. En cambio, del material del muestreo pasivo había que extraer trabajosamente todos los individuos de la mezcla de sustrato que había en las trampas. Una vez hecho esto, se separaron a nivel de morfoespecies, es decir, por similitud morfológica entre ellos.

Primero se procedió al triado del material obtenido en muestreos tanto diurnos como nocturnos por vareo, mangueo, caza a vista y caza bajo troncos y piedras en las siete parcelas, que se hallaban ya en recipientes separados. En estos casos, los individuos se encontraban inmersos en etanol, que fue vertido en placas para poder separar correctamente los ejemplares utilizando unas pinzas finas para no dañarlos. Tanto coleópteros (CO) como arañas (AA) fueron separados del resto de órdenes de artrópodos, siendo estos últimos incluidos en un bote con etanol absoluto denominado “varios órdenes” (VO); las arañas y los coleópteros fueron depositados en viales individuales según morfoespecies, cerrándolos con tapa verde en el primer caso, y con tapa amarilla en el segundo, e incorporándoles una etiqueta identificativa con los siguientes datos:

- Código numérico, que hace referencia a su localización en la base de datos
- Orden (CO, AA)
- Localidad (TAJ-C, TAJ-Q, CED-C, CED-Q, RCO, GAL, HAY)
- Tipo de muestreo (AAS, ABS, GWS, BET, SWE, LIT, PIT)
- Fecha de recolección (de febrero a mayo de 2015)

A continuación se llevó a cabo el triado de las muestras colectadas mediante trampas de caída (32 trampas por cada localidad, resultando un total de 160 trampas). Las muestras de cada una de las trampas estaban ya previamente separadas en sendas bolsitas de tul inmersas

en alcohol y clasificadas en botes según la localidad. La técnica de muestreo por trampas de caída (*pitfalls*) consiste en colocar unos recipientes enterrados a ras de suelo para que los organismos caigan y queden atrapados dentro sin poder salir, quedando inmersos en propilenglicol para su conservación. De esta manera, los ejemplares de estas muestras se encuentran en tierra que ha caído también en las trampas, por lo que primero se procedió a diluir con alcohol las muestras para facilitar la localización de los individuos, y se siguió el protocolo del caso anterior: colocar por un lado órdenes diversos (VO) en un bote mayor, por otro lado coleópteros y finalmente arañas en viales separados por morfoespecies y perfectamente etiquetados (Figura 2). Tanto las arañas ya clasificadas (que no identificadas) como los VO fueron guardados de nuevo para posteriores análisis, de modo que solamente los coleópteros serían estudiados en el presente trabajo.

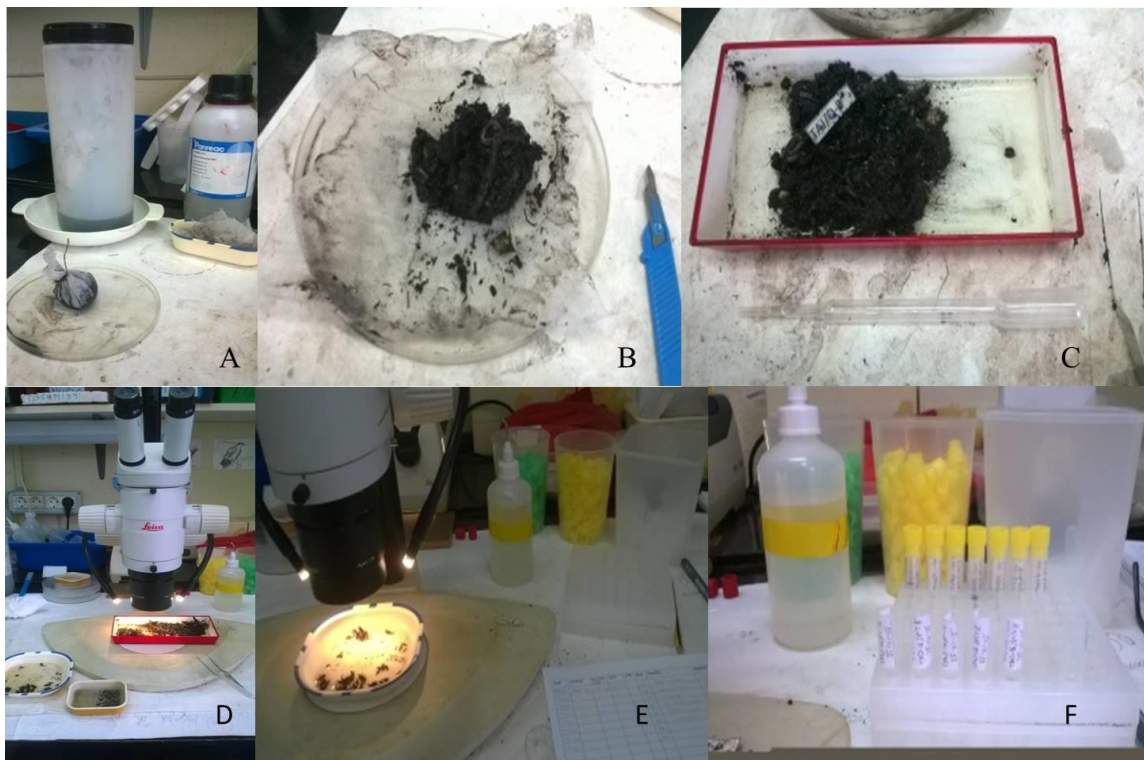


Figura 2. Proceso de triado de las muestras obtenidas mediante trampas de caída o *pitfalls*. Primero se extrae la bolsita con la muestra del bote de la localidad (A) para luego abrirla cortando la cuerda con ayuda de un bisturí (B). Se vierte el contenido en una bandeja y se diluye la mezcla con etanol (C) y se comienza el triado de ejemplares, colocando los coleópteros y arañas en una bandeja y el resto de órdenes en otra (D). Centrándonos en coleópteros y arañas, se van anotando en un estadijo los datos de la etiqueta así como familia y especie (E). Por último, se escribe la etiqueta y se disponen los ejemplares en viales separados por morfoespecies con etanol absoluto (F).

Cabe destacar que para El Cedro sólo se analizaron los ejemplares obtenidos en los muestreos activos (BET, SWE, AAS, ABS, GWS y LIT), pero no por *pitfalls*, por falta de tiempo debido al gran volumen de ejemplares por triar e identificar. Por tanto, hay que tener en cuenta que la diversidad está subestimada y el número de ejemplares obtenidos en este caso es significativamente menor respecto al resto de localidades, en las que sí se pudo realizar el tratamiento de las *pitfalls*, hecho que se tendrá en cuenta en los posteriores análisis. Asimismo, en TAJ-C faltaron por estudiar las muestras de las *pitfalls* números 23 y 24, y en TAJ-Q, las de la *pitfall* 24, debido a que se anularon por causas sobrevenidas, como lluvia, rotura del recipiente, pérdida, etc.

Siendo el objeto de estudio específico de este trabajo conocer la diversidad de coleópteros, la tarea de identificación se centró en este orden de artrópodos. Primero se clasificaron todos los viales por familias, diferenciables a simple vista, para así poder ir identificando especies de forma ordenada por grupos. Para estas identificaciones se utilizó de material comparativo las colecciones de coleópteros DZUL de la UDI de Zoología del Departamento de Biología Animal, Edafología y Geología, y claves dicotómicas publicadas para diversas familias y/o géneros de la fauna canaria. La dificultad de identificación de algunas de las especies trajo consigo frecuentes dudas, que se procuró resolver consultando con entomólogos más expertos de la UDI de Zoología de la ULL.

Se emplearon distintas claves dicotómicas, así como descripciones de nuevas especies, publicadas para los géneros *Acalles* (Schütte y Stüben, 2015), *Tarphius* (Gillerfors, 1986) y las familias Carabidae (Machado, 1992) y Cryptophagidae (Otero, 2013). Para el resto de ejemplares, se llevó a cabo una comparación directa con los organismos de la colección, para lo cual se extraían los individuos de los viales, se secaban delicadamente y se colocaban sobre una cartulina entomológica a la misma altura que el material de colección, para así poder distinguir mejor posibles diferencias morfológicas entre ellos. Además, para tener en cuenta las especies presentes en la isla y su distribución, se consultó en numerosas ocasiones la sección Coleoptera en la *Lista de especies silvestres de Canarias. Hongos, plantas y animales terrestres* (Oromí et al., 2010) y la base de datos on-line del Gobierno de Canarias (Banco de Datos de Biodiversidad de Canarias).

En cuanto al análisis de los datos, se emplearon tablas dinámicas de Excel, extraídas de la base de datos global del trabajo, para relacionar los diferentes valores estudiados (por ejemplo número de familias presentes en cada parcela,) y así poder elaborar gráficas que

mostrasen los valores de diversidad, abundancia y exclusividad de especies en cada una de las parcelas estudiadas. Además se utilizaron dos índices:

-Índice de Alteración (IA). Este parámetro permite conocer el grado de alteración de una parcela quemada, calculando el cociente entre las especies exclusivas que presente y las compartidas con la parcela control, como indica la siguiente fórmula:

$$IA = \frac{\% \text{ especies exclusivas Q}}{\% \text{ especies exclusivas C+Q}}$$

Este índice puede tomar valores desde 0, que indicaría la recuperación total de la parcela, ya que significaría que en ella no hay especies exclusivas de la parcela quemada, y por tanto están presentes especies de la parcela conservada; hasta 1, que supondría una nula recuperación, pues la totalidad de especies presentes en la parcela serían exclusivas de medio alterado.

-Coefficiente de similitud de Jaccard (Chao et al., 2004). Este índice permite comparar las especies comunes a ambas parcelas, control y quemada, respecto a las presentes en cada una por separado. Se calcula con la fórmula siguiente:

$$I_J = \frac{c}{a + b - c}$$

donde c son las especies compartidas entre las parcelas control y quemada, a son las especies presentes en la parcela control y b son las especies presentes en la parcela quemada. Puede tomar valores desde 0, que indicaría que las parcelas control y quemada son totalmente diferentes entre sí, puesto que el número de especies compartidas sería muy bajo; hasta 1, lo cual supone que las parcelas son idénticas, compartiendo numerosas especies.

Resultados y discusión

El análisis de los datos obtenidos se llevó a cabo teniendo en cuenta por un lado la diversidad de especies halladas en parcelas control frente a las parcelas quemadas, y por otro lado la riqueza de individuos encontrados en cada una de las localidades., dentro de cada tipo de bosque. Por tanto, se realizó una comparación entre datos obtenidos en parcelas quemadas frente a su respectiva parcela control, para así poder averiguar si el fuego es un parámetro condicionante de la presencia de unas especies u otras, o si en caso contrario no supone una limitación ecológica para estos organismos.

Se analizó un total de 6429 ejemplares, clasificados en 119 especies pertenecientes a 87 géneros e incluidos en 30 familias. La mayoría de los ejemplares se pudieron identificar a nivel de especie, restando otros que quedaron a nivel de género o incluso de subfamilia, pero a los que se les asignó una morfoespecie para la realización de los análisis. En la Tabla 1 se puede observar la presencia de las especies halladas en cada una de las localidades muestreadas. En dicha tabla las especies nativas están señaladas con “*”, y las especies introducidas con “+”; el resto de las especies son todas endémicas de las Islas Canarias.

		CED- C	CED- Q	TAJ- C	TAJ- Q	HAY	RCO	GAL	T
Anobiidae	<i>Stagetus hirtulus hirtulus</i> Wollaston	42	2	6	25	10	16	24	125
	<i>Stegobium paniceum</i> (Linnaeus) +	2							2
Anthicidae	<i>Anthicus guttifer</i> Wollaston	1			2				3
Apionidae	<i>Aspidapion r. chalybeipenne</i> (Wollaston) *			1					1
	<i>Holotrichapion rotundipenne</i> (Wollaston) *	15	3		1	4	3		26
	<i>Kalcapion s. fortunatum</i> (Roudier)	13	2		3	27	6	53	104
Brachypteridae	<i>Brachypterus</i> sp.	9							9
Carabidae	<i>Broscus crassimargo</i> Wollaston	3		6		37	6	11	63
	<i>Calathus cf. marcellae</i> Colas				2				2
	<i>Calathus cognatus</i> Wollaston					1			1
	<i>Calathus gomerensis</i> Colas			137	104	599		85	925
	<i>Calathus laureticola</i> Wollaston			6	3	88			97
	<i>Calathus marcellae</i> Colas				2	8		1	11
	<i>Calathus refleximargo</i> Machado					33	1	1	35
	<i>Cymindis simillima</i> (Wollaston)	9	6	7	41	32	16	20	131
	<i>Cymindis velata</i> (Wollaston)	1	3	6	59	17	2	6	94
	<i>Dierodontus aptinoides</i> (Wollaston)		4			2	11		17
	<i>Gomerina calathiformis</i> (Wollaston)					8			8
	<i>Olisthopus g. glabratus</i> Brullé				3				3
	<i>Paradromius i. gillerforsi</i> Machado						14	1	15

		CED- C	CED- Q	TAJ- C	TAJ- Q	HAY	RCO	GAL	T
Carabidae	<i>Paraeutrichopus pecoudi</i> Mateu	7		62	107	374	189	66	805
	<i>Philorhizus bravoorum</i> Mateu		2				8		10
	<i>Philorhizus parvicollis</i> (Wollaston)				4			1	5
	<i>Trechus f. gomerae</i> Jeannel	22	22	97	80	12	12	7	252
	<i>Trechus laureticola</i> Jeannel					1	4		5
	<i>Zargus crotchianus</i> Wollaston						2	3	5
	indet	13					1		14
Cerambycidae	<i>Blabinotus spinicollis</i> Wollaston *	1				2			3
Chrysomelidae	<i>Chrysolina wollastoni</i> Bechyné				1				1
	<i>Cryptocephalus nitidicollis</i> Wollaston *				1			3	4
	<i>Cryptocephalus puncticollis</i> Wollaston	1						3	4
	<i>Longitarsus kleiniiperda</i> Wollaston	1		1	3			3	8
	<i>Longitarsus nubigena</i> Wollaston *	3		21	7	2	2	5	40
	<i>Longitarsus o. ochroleucus</i> (Marsham) *							2	2
	<i>Psylliodes v. normandi</i> Heikertinger *	1	2	25	47	6	2	16	99
Ciidae	<i>Atlantocis canariensis</i> Israelson		3						3
	<i>Octotemnus opacus</i> (Mellié) *						3		3
Coccinellidae	<i>Coccinella miranda</i> Wollaston				2				2
	<i>Scymnus canariensis</i> Wollaston	1			2				3
	<i>Scymnus marinus</i> Mulsant *	1			3				4
	<i>Scymnus</i> sp.	1	1					1	3
Cryptophagidae	<i>Atomaria venusta</i> Wollaston *	2	1	5	6	12	46		72
	<i>Cryptophagus</i> sp.	1			1	1	2	2	7
	<i>Micrambe h. hesperia</i> (Wollaston)							18	18
Curculionidae	<i>Acalles</i> cf. <i>granulimaculosus</i> Stüben		4		1	4	1		10
	<i>Calacalles</i> sp.	1			1				2
	<i>Coelositona latipennis</i> (Gyllenhal) *				1				1
	<i>Dendroacalles</i> cf. <i>fortunatus</i> (Wollaston) *	1							1
	<i>Dendroacalles</i> cf. <i>ruteri</i> Roudier						2		2
	<i>Dendroacalles ruteri</i> Roudier					1			1
	<i>Echinodera pseudohystrix</i> Stüben	1	35	6	16	14	11	3	86
	<i>Hesperorrhynchus hesperus</i> (Wollaston)				1				1
	<i>Hylurgus ligniperda</i> (Fabricius) *				1				1
	<i>Laparocerus</i> (<i>Fernandezius</i>) sp	1							1
	<i>Laparocerus</i> cf. <i>junonius</i> Machado				1				1
	<i>Laparocerus ellipticus</i> Wollaston		6						6
	<i>Laparocerus garajonay</i> Machado	5	3	4	4	9	13	18	56
	<i>Laparocerus indutus</i> Wollaston			1	3				4
	<i>Laparocerus inflatus</i> Wollaston		5			6	5	11	27
	<i>Laparocerus junonius</i> Machado			1					1
	<i>Laparocerus mateui</i> Roudier			8					8
	<i>Laparocerus</i> sp.				1				1
	<i>Leiosoma apionides</i> (Wollaston)	15							15
<i>Onyxacalles neglectus</i> Kulbe					4	1		5	

		CED- C	CED- Q	TAJ- C	TAJ- Q	HAY	RCO	GAL	T
Curculionidae	<i>Rhopalomesites persimilis</i> (Wollaston)	3	3		1	51	27		85
	Scolytinae1	1			1				2
	Scolytinae2				2				2
	<i>Silvacalles cf. cedroensis</i> (Kulbe)				2	2			4
	<i>Xyleborinus saxeseni</i> (Ratzeburg) +		1			1	1		3
Dasytidae	<i>Aplocnemus sculpturatus</i> (Wollaston)		1						1
Elateridae	<i>Cardiophorus</i> sp.	4	2			28	125	28	187
Endomychidae	<i>Lycoperdina gomeræ</i> Franz			1		3			4
Erotylidae	<i>Xestus fungicola</i> Wollaston					1			1
Laemophloeidae	<i>Cryptolestes</i> sp.					2			2
	Laemophloeidae 1							1	1
Latridiidae	<i>Corticaria</i> sp.						1		1
	<i>Latridius canariensis</i> (Palm)					1			1
	<i>Metophthalmus asperatus</i> Wollaston *				1			7	8
	<i>Metophthalmus ferrugineus</i> Wollaston				1			7	8
Leiodidae	<i>Agathidium</i> sp.				4	1			5
	<i>Leiodes oceanica</i> (Wollaston)				1	8	116	2	127
	<i>Nargus pinicola</i> (Wollaston)			4	9				13
Malachiidae	<i>Attalus</i> sp.			3	1		1	3	8
Nitidulidae	<i>Cybocephalus</i> sp.					5	1		6
	<i>Meligethes</i> sp.							1	1
	<i>Xenostrogylus canariensis</i> Wollaston		1		5			3	9
Phalacridae	<i>Olibrus cf. corticalis</i> (Panzer) *			1	34	7	29	11	82
Ptiliidae	<i>Acrotichis</i> sp.	4	2	13	95	26	61	56	257
Salpingidae	<i>Sphaeriestes impressus</i> (Wollaston) *				1				1
Scraptiidae	<i>Anaspis proteus</i> Wollaston	2		1		4		13	20
Scydmaenidae	<i>Stenichnus c. castanicolor</i> Harold *				1	3	1		5
Staphylinidae	<i>Aleocharinae</i> sp1	15	22	41	117	310	104	75	684
	<i>Aleocharinae</i> sp2				4		7	3	14
	<i>Aleocharinae</i> sp3			2	68	1		4	75
	<i>Aleocharinae</i> sp4			6	4			2	12
	<i>Aleocharinae</i> sp5							1	1
	<i>Astenus</i> sp.	5	15	1		8	17	17	63
	<i>Gabrius canariensis</i> (Fauvel)	3	1	13	41		5		63
	<i>Habrocerus capillaricornis</i> (Gravenhorst) *						1		1
	<i>Heterothops canariensis</i> Israelson	6	2	21	122	1		1	153
	<i>Leptobium gomerense</i> Assing			1	1				2
	<i>Lordithon t. luridus</i> (Wollaston)				1				1
	<i>Medon cf. subcoriaceus</i> (Wollaston)	1	3	7	8				19
	<i>Megarthus serrula</i> Wollaston			30	15		6		51
	<i>Megarthus wollastoni</i> Cuccodoro & Löbl *			1	5	8	10	15	39
	<i>Metopsia gomerensis</i> (Franz)			1	1				2
<i>Micropeplus gomerensis</i> Assing				3				3	

		CED- C	CED- Q	TAJ- C	TAJ- Q	HAY	RCO	GAL	T
Staphylinidae	<i>Mycetoporus</i> sp.				8	2	2	3	15
	<i>Ocypus (Atl.) sylvaticus</i> Wollaston	2	1	6	6	297	200	99	611
	<i>Ocypus affinis</i> (Wollaston)				2	2		2	6
	<i>Ocypus (Atl.) mateui</i> (Coiffait)					7		3	10
	<i>Othius brachypterus</i> Wollaston				1			1	2
	<i>Othius microphthalmus</i> Coiffait			3	1			1	5
	Paederini sp1				2				2
	<i>Quedius megalops</i> Wollaston	1	1	6	5				13
	<i>Sepedophilus lusitanicus</i> Hammond *			16	49		3		68
	<i>Stenus</i> sp.	2	7	8	10	6	31	1	65
	<i>Sunius b. gomerensis</i> Assing							2	2
	<i>Tachyporus pusillus</i> Gravenhorst *				1				1
	<i>Trichophya pilicornis</i> (Gyllenhal) *			1	1				2
	Subf. gen. indet				2	3	5	1	11
Tenebrionidae	<i>Nesotes gomerensis</i> (Wollaston)	8	14				20	16	58
Throscidae	<i>Aulonothroscus elongatulus</i> (Wollaston)	18	2		2	2	7	55	86
Trogossitidae	<i>Leipaspis l. gomerensis</i> Plata & Prendes	3	1		1	4	1		10
Zopheridae	<i>Tarphius abbreviatus</i> Wollaston			5					5
	<i>Tarphius ericae</i> Gillerfors			1	1				2
	<i>Tarphius monstrosus</i> Wollaston	7	4	6	17	21	9		64
	<i>Tarphius setosus</i> Wollaston	8	8	11	5	23	28	1	84
Fam. indet	Gen. indet		2			1		1	4
Total general		267	197	610	1202	2153	1198	800	6427

Tabla 1. Total de especies encontradas en las siete localidades muestreadas, agrupadas por familias y señalando su categoría de origen: nativa = *, introducida = +; resto de especies todas endémicas.

Cabe destacar la identificación de una especie que no estaba citada en la isla de La Gomera, *Sphaeriestes impressus* (Familia Salpingidae).

Para poder analizar los datos obtenidos teniendo en cuenta las características propias de cada medio muestreado, se agruparon las parcelas en función del tipo de bosque al que pertenecen. Así, se encuentran tres grupos principales de resultados: bosque de lauráceas, bosque de crestería y bosque de fayal-brezal, divididos a su vez en cada una de las parcelas control y quemada de cada localidad o grupo de localidades. A continuación, se presentan los resultados siguiendo un orden cronológico según las fechas de los incendios, desde el más antiguo hasta el más reciente.

Bosque de lauráceas

La localidad muestreada en este medio húmedo fue El Cedro (CED), que incluye una parcela no quemada (CED-C) y una parcela quemada (CED-Q). Los análisis realizados en este bosque no incluyen las muestras obtenidas por trampas de caída, lo que se verá en los resultados.

En la parcela control de esta localidad se encontró un total de 45 especies, mientras que en la parcela quemada se encontraron 36 especies (Figura 3A). El número total de individuos colectados en esta localidad fue de 465, estando 267 en CED-C y 198 en CED-Q (Figura 3B).

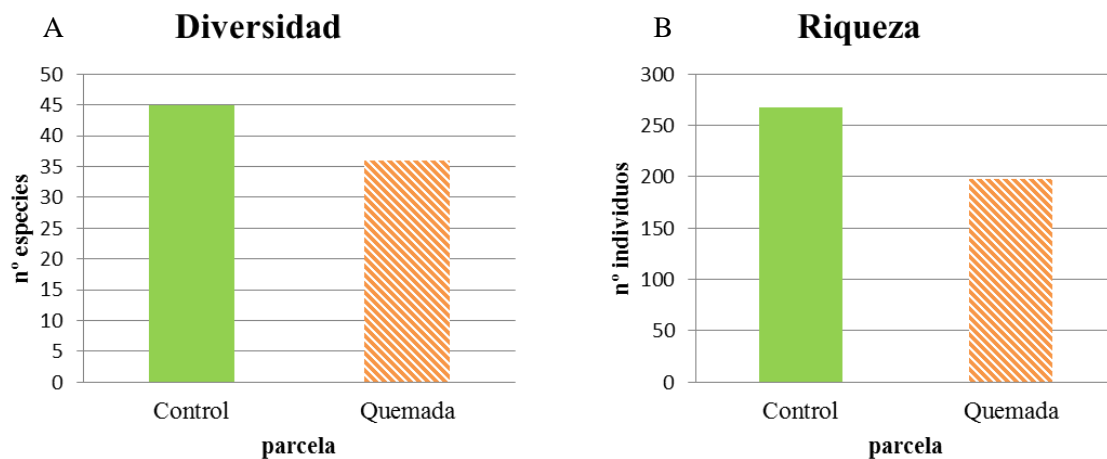


Figura 3. Número de especies encontradas en CED-C y CED-Q (A) y número de individuos colectados en CED-C y CED-Q (B)

En el conjunto del área de El Cedro se recolectó un total de 55 especies, de las cuales 27 especies se encuentran tanto en la parcela control como en la parcela quemada (49%), 9 son exclusivas de la parcela quemada (16%) y 19 son exclusivas de la parcela control (35%) (Figura 4).

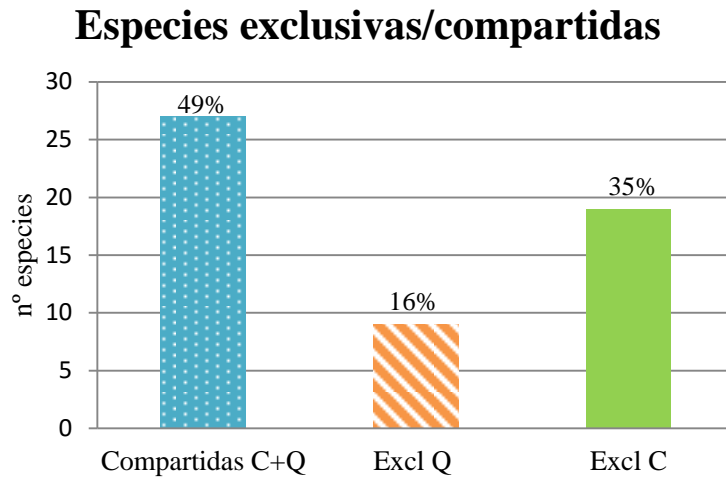


Figura 4. Proporción de especies exclusivas de la parcela quemada (CED-Q), de la parcela control (CED-C), y compartidas entre control y quemada.

Índice de Alteración (IA)

Para conocer el estado de recuperación del bosque tras el incendio, se calculó el IR. Teniendo en cuenta que el porcentaje de especies exclusivas de la parcela quemada en El Cedro es del 16% y de las compartidas entre la parcela quemada y control 49%, se obtiene un IR del 33%, lo que indica que el porcentaje de especies propias de la parcela control, es decir, de la condición natural, es superior al de las especies que podrían no pertenecer a este medio y que llegaron como consecuencia del incendio.

Coefficiente de Similitud de Jaccard (I_J)

En El Cedro el coeficiente de similitud dio un valor de 0,5438 (54%), que indica que CED-C y CED-Q son similares en cuanto a número de especies presentes, pues comparten un gran número de especies.

Bosque de crestería

La localidad muestreada en este medio expuesto es Tajaqué (TAJ), que incluye una parcela control (TAJ-C) y una parcela quemada (TAJ-Q).

En TAJ-C se identificó un total de 45 especies, mientras que en TAJ-Q se encontraron 78 especies (Figura 5A). El número de ejemplares colectados en esta localidad fue de 1812, de los cuales 610 fueron hallados en la parcela control y 1202 en la parcela quemada (Figura 5B).

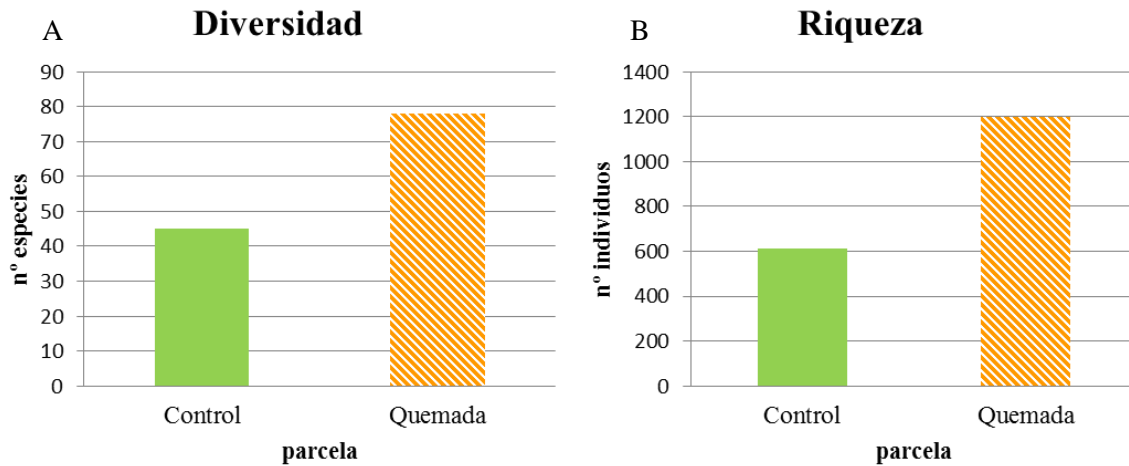


Figura 5. Número de especies encontradas en TAJ-C y TAJ-Q (A) y número de individuos colectados en TAJ-C y TAJ-Q (B).

El total de especies encontradas en esta localidad es de 86, de las cuales 37 se hallan tanto en la parcela control como en la parcela quemada (43%), 41 son exclusivas de la parcela quemada (48%) y 8 especies son exclusivas de la parcela control (9%) (Figura 6).

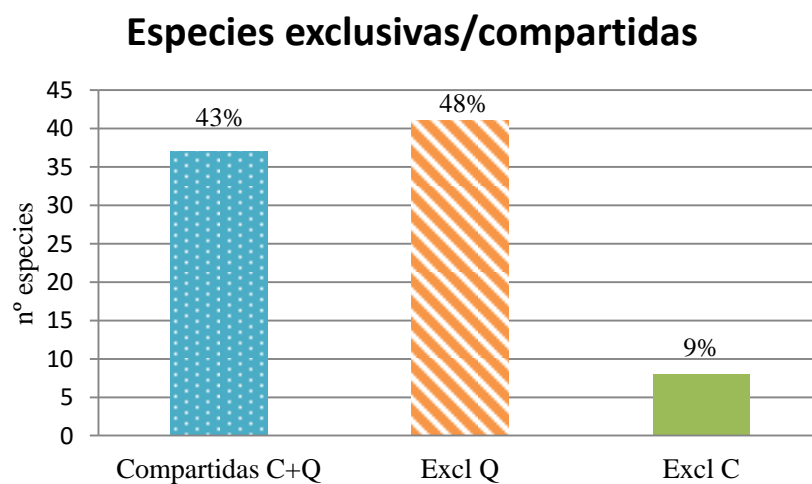


Figura 6. Proporción de especies exclusivas de la parcela quemada (TAJ-Q), de la parcela control (TAJ-C), y compartidas entre control y quemada.

Índice de Alteración (IA)

El porcentaje de especies exclusivas de la parcela quemada en Tajaqué es del 48%, y el porcentaje de especies compartidas entre parcela control y quemada es del 43%, de manera que al aplicar el IR el porcentaje supera el 100% (111,6%), por lo que se ve que las parcelas son muy distintas entre sí, teniendo TAJ-Q bastantes especies exclusivas.

Coeficiente de Similitud de Jaccard (I_J)

En Tajaqué este coeficiente dio 0,4444 (44%), lo cual quiere decir que el número de especies comunes a las dos parcelas no es muy alto y, por tanto, son algo diferentes entre sí. Este dato confirma lo demostrado anteriormente en cuanto al número de especies exclusivas de cada área, destacando la quemada.

Bosque de fayal-brezal

Para el bosque de fayal-brezal se han analizado dos incendios, teniendo a Las Hayas (HAY) como parcela control y Risquillos de Corgo (RCO) y Los Gallos (GAL) como parcelas quemadas. Se seleccionó Las Hayas como control porque esta localidad no ha sufrido incendios y se encuentra también en este tipo de bosque, situada entre las dos quemadas. Siguiendo con el orden cronológico de los incendios, primero se van a comparar los resultados entre Las Hayas y Risquillos de Corgo y a continuación entre Las Hayas y Los Gallos, siendo el de este último el incendio más reciente.

Las Hayas (HAY) y Risquillos de Corgo (RCO)

En Las Hayas se encontraron 56 especies, mientras que en Risquillos de Corgo 51 (Figura 7A). Entre ambas localidades se colectó un total de 3352 individuos, 2153 en HAY y 1198 en RCO (Figura 7B).

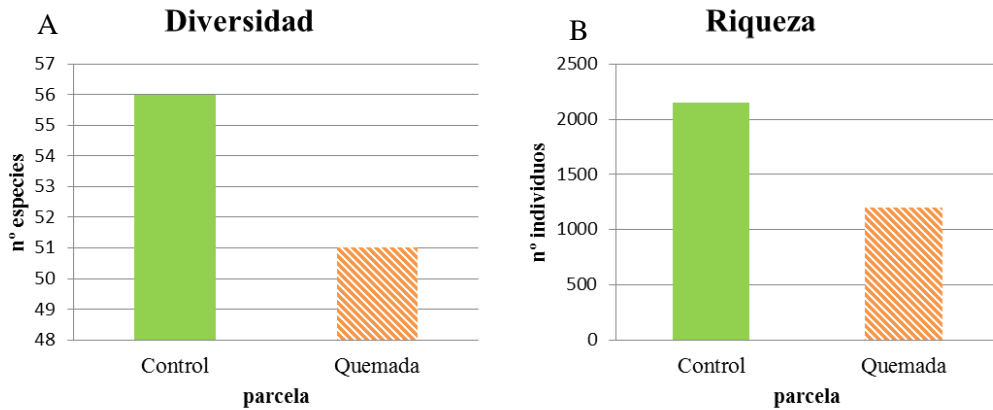


Figura 7. Número de especies encontradas en HAY (C) y RCO (Q) (A) y número de individuos colectados en HAY (C) y RCO (Q) (B).

Entre la parcela quemada y la control se comparten 38 especies, lo que supone un 55% de las 69 especies muestreadas entre las dos localidades. Las especies exclusivas de la parcela control son 18 (26%), mientras que las especies exclusivas de la parcela quemada son 13 (19%) (Figura 8).

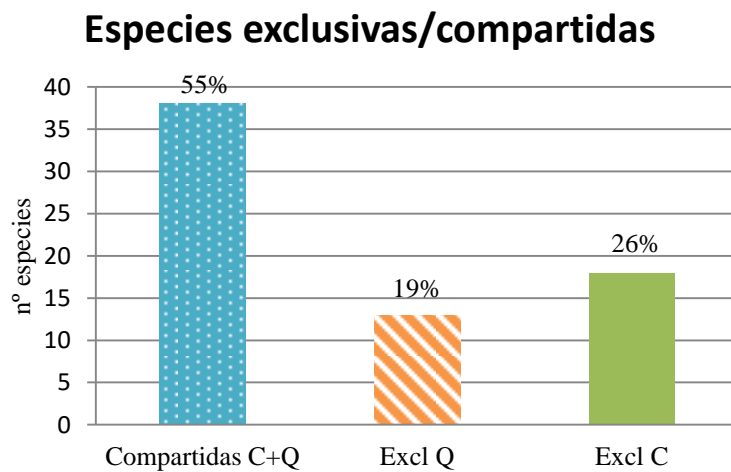


Figura 8. Proporción de especies exclusivas de la parcela quemada (RCO), de la parcela control (HAY), y compartidas entre control y quemada (HAY-RCO).

Índice de Alteración (IA)

El porcentaje de especies exclusivas de RCO es del 19%, mientras que el porcentaje de las especies compartidas entre HAY-RCO, es del 55%, por lo que se obtendría un IR del 35%, mostrando un bajo nivel de alteración en la quemada, pudiendo deberse a la recuperación del medio tras el incendio.

Coefficiente de Similitud de Jaccard (I_J)

Entre Las Hayas y Risquillos de Corgo, el índice muestra un valor de 0,5753 (58%), resaltando la similitud entre las dos localidades, pues la mayor parte de las especies encontradas son compartidas entre ambas parcelas.

Las Hayas (HAY) y Los Gallos (GAL)

En Las Hayas, como ya se indicó anteriormente, se encontraron 56 especies, y en Los Gallos 55 especies (Figura 9A). Entre las dos localidades se colectaron 2953 ejemplares, 2153 en HAY y 800 en GAL (Figura 9B).

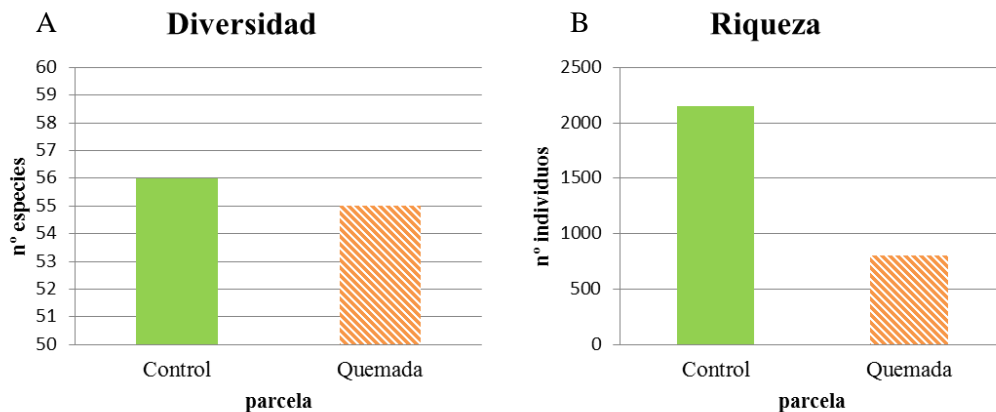


Figura 9. Número de especies encontradas en HAY (C) y GAL (Q) (A) y número de individuos colectados en HAY (C) y GAL (Q) (B).

Del total de 78 especies encontradas entre las dos localidades, 33 son compartidas entre la parcela control y la parcela quemada (42%). Se hallaron 22 especies exclusivas de GAL (28%) y 23 especies exclusivas de HAY (30%) (Figura 10).

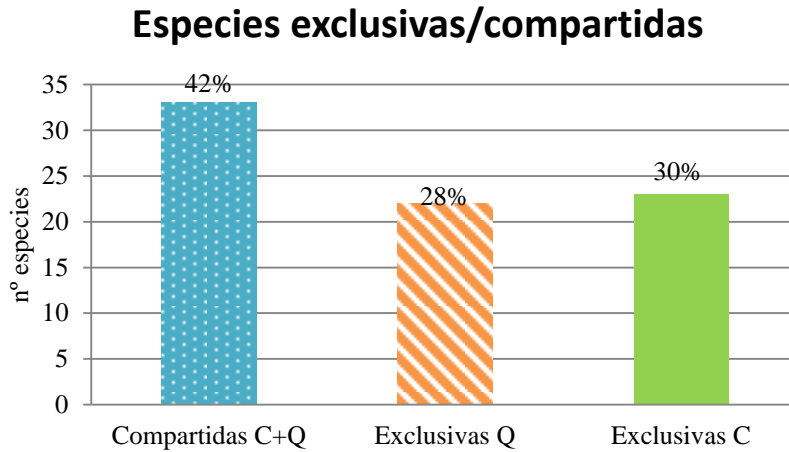


Figura 10. Proporción de especies exclusivas de la parcela quemada (GAL), de la parcela control (HAY), y compartidas entre control y quemada (HAY-GAL).

Índice de Alteración (IA)

El porcentaje de especies exclusivas de la parcela quemada (GAL) es del 28% y de la parcela control (HAY) es del 42%, obteniéndose un IR del 67%, que indicaría que GAL aún se encuentra en un estado muy diferente a HAY, en cuanto a las especies presentes en una parcela respecto a la otra, posiblemente debida al poco tiempo que ha transcurrido desde el incendio.

Coefficiente de Similitud de Jaccard (I_j)

Entre Las Hayas y Los Gallos el coeficiente toma un valor de 0,4512 (45%), de manera que la proporción de especies comunes entre la parcela quemada y la control es menor respecto a las propias de cada una de ellas, por lo que no van a ser tan similares entre sí.

Análisis entre áreas

Al estudiar las diferentes localidades separadas en función del medio en que se encuentran, se puede suponer que las diferencias en los resultados pueden deberse a las condiciones climáticas de cada área del bosque, además de a la acción del fuego. De esta forma, primero se hará una comparación entre los tipos de bosque y luego centrada en las distintas parcelas quemadas y control.

Tipo de Bosque

Si se analizan los resultados del índice de Jaccard aplicado a los bosques, se obtiene el valor más alto en el bosque de lauráceas, correspondiente a las parcelas CED del incendio más antiguo (54%), seguido del bosque de crestería, es decir TAJ, siguiente incendio en orden cronológico (44%), y por último el fayal brezal, donde se ubican las localidades que han sufrido los incendios más recientes (21%), mostrando que las parcelas quemadas (RCO y GAL) son muy distintas respecto a su parcela control (HAY).

Este resultado puede interpretarse como que, a medida que pasan los años desde el incendio, la similitud entre las parcelas control y quemada aumenta, lo cual puede atribuirse a que el medio se ha ido recuperando del fuego y se han ido restableciendo las condiciones naturales con el transcurso del tiempo (Tabla 2).

	Coefficiente de Jaccard	%
Bosque de lauráceas	0,544	54
Bosque de crestería	0,444	44
Bosque de fayal-brezal	0,208	21

Tabla 2. Coeficiente de Similitud de Jaccard de cada tipo de bosque, y sus porcentajes correspondientes.

Por otro lado, si se tiene en cuenta el número de ejemplares muestreado en el caso de las localidades presentes en el fayal-brezal, se puede observar que en la parcela control es de 2153 individuos, muy superior al de las parcelas quemadas, que son 1198 en Risquillos de Corgo y 800 en Los Gallos (Figuras 7 y 9). A su vez, se puede ver que el número de organismos colectado en esta última localidad es muy inferior respecto a la otra quemada, lo cual puede deberse a que hace pocos años desde este último incendio.

En los bosques más antiguos respecto a los incendios, de lauráceas y de cresta, se puede observar que el número de ejemplares colectado en CED-C fue de 267 y en CED-Q fue de 198 (Figura 3B), habiendo más individuos en la parcela control que en la quemada, al igual que número de especies (Figura 3A). Sin embargo, en TAJ-Q se encontró el doble de organismos que en TAJ-C (Figura 5B), ocurriendo lo mismo para el número de especies (Figura 5A).

Por tanto, parece que el tipo de bosque influye en la diversidad y abundancia de especies, puesto que en cresterías, medio más expuesto e influenciado a cambios, la parcela quemada supera notablemente, en estos dos parámetros, a la parcela control, situación que no ocurre en el resto de localidades estudiadas.

Parcelas control/quemada

	spp. exclusivas del total	spp. comunes C/Q	spp. exclusivas C	spp. exclusivas Q	TOTAL
CED	8	27	19	9	55
TAJ	25	37	8	41	86
HAY-RCO	13	38	18	13	69
HAY-GAL	13	33	23	22	78

Tabla 3. Especies exclusivas de cada una de las parejas C+Q respecto al total encontrado en los muestreos, así como las especies comunes C+Q, exclusivas de cada parcela control y exclusivas de cada parcela quemada.

	% spp. totales excl	% spp. comunes C/Q	% spp. excl C	% spp. excl Q
CED	15	49	35	16
TAJ	29	43	9	48
HAY-RCO	18,8	55	26	19
HAY-GAL	16	42	30	28

Tabla 4. Porcentaje de especies exclusivas de cada una de las parejas C+Q respecto al total encontrado en los muestreos, así como el porcentaje de las especies comunes C+Q, exclusivas de cada parcela control y exclusivas de cada parcela quemada.

Empezando por el incendio más antiguo, se observa que en El Cedro las especies exclusivas de la parcela control presentan un número mayor que las exclusivas de la parcela quemada (Tabla 3). Esto puede deberse a que ya hace 60 años aproximadamente desde que tuvo lugar el incendio, por lo que la parcela quemada se podría estar recuperando. Cabe destacar que el incendio en esta localidad fue muy focalizado por lo que su recuperación podría ser más rápida.

En Tajaqué ocurre todo lo contrario, sólo un 9% de las especies son exclusivas de la parcela control, y un 48% de la parcela quemada (Tabla 4). Esto puede deberse a las condiciones climáticas del lugar en que se encuentra, una cresta que está más expuesta y, por tanto, es más sensible a las alteraciones del medio. El 29% de las especies encontradas en

todos los muestreos son exclusivas de esta localidad, incluyendo 15 especies del total de todas las localidades que sólo se encuentran en TAJ-Q (Tabla 5).

	spp exclusivas C del total	spp exclusivas Q del total
CED	5	3
TAJ	4	15
HAY-RCO	6	4
HAY-GAL	6	6

Tabla 5. Especies exclusivas de cada parcela control y quemada del total de especies encontradas en los muestreos.

Analizando separadamente las parejas de parcelas dentro del fayal-brezal, vemos que el porcentaje de especies compartidas HAY-RCO (55%) es el más alto de los estudiados, mientras que en el caso de HAY-GAL es del 42%. Además, las especies exclusivas RCO presentan un menor porcentaje respecto a GAL, 19% frente a 28%, lo cual puede confirmar la suposición de que, al haber pasado más años desde el incendio de RCO, este ya se está recuperando, mientras que GAL sigue mostrando altas secuelas del fuego.

Índice de Alteración (IA)

Localidad	IA (%)
CED	33
TAJ	111,6
HAY-RCO	35
HAY-GAL	67

Tabla 6. Índice de Alteración (IA) de cada localidad.

En cuanto al Índice de Alteración, si se compara el obtenido para el incendio más antiguo (CED) con el obtenido para el incendio más reciente (GAL), vemos que en este último es aproximadamente el doble (Tabla 6), es decir, hay una alta proporción de especies exclusivas de la parcela quemada que no aparecen en la parcela conservada. Esto confirmaría la suposición de que la parcela quemada de El Cedro se está recuperando del incendio mientras que la parcela de Los Gallos aún necesita tiempo para reponerse.

Coeficiente de Similitud de Jaccard (I_j)

Comparando el coeficiente entre las cuatro parejas de parcelas, controles y quemadas, se puede observar que el porcentaje más alto lo presenta HAY-RCO, con un 58%, seguida de CED, con un 54% (Tabla 7). Estos dos grupos de parcelas son más similares entre sí, ya que, teniendo en cuenta las especies presentes en cada parcela, el número de especies en común es bastante alto.

	Coeficiente de Jaccard	%
CED	0,544	54
TAJ	0,444	44
HAY-RCO	0,575	58
HAY-GAL	0,451	45

Tabla 7. Coeficiente de Similitud de Jaccard de cada pareja de parcelas, y sus porcentajes correspondientes.

El coeficiente en TAJ es del 44%, lo cual tiene sentido viendo los resultados obtenidos en los anteriores análisis. En TAJ-Q hay casi el doble de especies que en TAJ-C (82 frente a 48), mientras que en común tienen 40 especies, confirmando que las diferencias entre ambas parcelas son notables.

En el caso del incendio más reciente (GAL), el coeficiente es del 45%, caso muy similar a TAJ, pero esta vez la causa puede ser el poco tiempo transcurrido desde el incendio más que las características propias del medio en que se halla.

Conclusiones

- La parcela con mayor número de especies es Tajaqué quemado, con 78 especies, y la que presenta el número menor es El Cedro control, con 36 especies.
- La localidad con mayor número de individuos colectados es Las Hayas, con 2153 ejemplares, mientras que la parcela en la que se muestreó el número más bajo fue El Cedro quemado, con 197 individuos.
- Las parcelas control y quemada de El Cedro son las que presentan mayor similitud entre sí, debido a que hace 60 años aproximadamente desde el incendio y parece que el medio alterado está en fase de recuperación más avanzada.
- Tajaqué, al ubicarse en una cresta, presenta la mayor disparidad de resultados, aún siendo de las localidades en que el incendio es más antiguo.
- Las parcelas quemadas del fayal-brezal, Risquillos de Corgo y Los Gallos, son bastante similares entre sí, presentando, en cambio, diferencias con su parcela control, Las Hayas.
- Las características específicas de cada tipo de bosque, además de las propias de los incendios, influyen en la presencia de especies y riqueza de ejemplares.

Conclusions

- The plot with the highest number of species is burned Tajaqué, with 78 species, and that with the lowest number is El Cedro-control, with 36 species.
- The plot with the highest number of specimens collected is Las Hayas, with 2153 specimens, while the lowest number was collected in burned El Cedro, with 197 specimens.
- Burned and control plots of El Cedro are the most similar, because the fire took place 60 years ago, and it seems that the burned plot is well recovering.
- Tajaqué is on a mountain ridge, so it shows more different results, although it burned many years ago.
- Burned fayal-brezal plots, Risquillos de Corgo and Los Gallos, are very similar between them, but they are different to their control plot, Las Hayas.
- Specific characteristics of the different type of forest, as well as the characteristics of the fire, affect to species presence and specimens abundance.

Agradecimientos

A mis dos tutores académicos, D. Pedro Oromí y D. Marcos Báez, por toda la colaboración prestada en el desarrollo del presente estudio, y a Antonio J. Pérez por estar siempre ahí para guiarme en cada una de las etapas del trabajo.

A Daniel Suárez por ayudarme en la primera parte del triado de las muestras, a Toñi Salces por sus ideas para el análisis de los resultados, a David Hernández por enseñarme a identificar *Rhopalomesites* (Curculionidae) y a Javier García por mostrarme un modelo para enfocar el trabajo.

A mi familia y amigos por todo el apoyo incondicional que me han dado desde el principio hasta el final.

Por último, especiales gracias de nuevo a Pedro y a Toni por enseñarme y ayudarme en la identificación de las especies de coleópteros, su constancia para resolverme dudas, y sin cuya ayuda no hubiese sido posible la realización de este proyecto.

Bibliografía

Borges, P.A.V., Cardoso, P., Rigal, F., Fattorini, S., Borda-de-Água, L., Matthews, T.J., Rego, C., Amorim, I. R., Pereira, F., Nunes, R., Carvalho, R., Ferreira, M.T., Florencio, M., López, H., Pérez Delgado, A.J., Otto, R., Fernández Lugo, S., de Nascimento, L., Caujapé-Castells Casquet, J.J., Danflous, S., Cecilio, L., Fournel, J., Sadeyen, A.M., Elias, R.B., Fernández-Palacios, J.M., Oromí, P., Thébaud, C., Strasberg, D. y Emerson, B.C. En Prensa. Emergent properties in island species community assembly: testing assembly rules in temperate vs tropical islands. *Journal of Biogeograph*.

Chao, A., Chazdon, R., Colwell, R. y Shen, T. 2005. A new statistical approach for assessing similarity of species composition with incidence and abundance data. *Ecology Letters*. 8: 148-159.

Gillerfors, G. 1986. Two new species of the genus *Tarphius* Erichson from La Gomera (Canary Islands) and designation of lectotypes of *Tarphius humerosus* Wollaston and *T. gomerae* Franz (Coleoptera, Colydiidae). *Vieraea*. 16: 3-10.

Machado, A. 1992. *Monografía de los carábidos de las Islas Canarias (Insecta, Coleoptera)*, Instituto de Estudios Canarios. 734 págs. San Cristóbal de La Laguna, España.

Oromí, P., de la Cruz, S. y Báez M. 2010. Coleoptera. En: *Lista de especies silvestres de Canarias. Hongos, plantas y animales terrestres*. 2009. Arechavaleta, M., S. Rodríguez, N. Zurita & A. García (coord.). Gobierno de Canarias. p: 254-301. Santa Cruz de Tenerife, España.

Otero, J.C. 2013. Cryptophaginae (Coleoptera) de la Región Paleártica Occidental. *Coleopterological monographs, Vol. 4*. Asociación Europea de Coleopterología, 295 pág. Barcelona, España.

Schütte, A. y Stüben, P. 2015. Molecular systematics and morphological identification of the cryptic species of the genus *Acalles* Schoenherr, 1825, with descriptions of new species (Coleoptera: Curculionidae: Cryptorhynchinae). *Zootaxa*. 3915 (1): 001-051.

Páginas web:

Banco de Datos de Biodiversidad de Canarias www.biodiversidadcanarias.es/atlantis/common/index.jsf [Consulta: marzo-julio 2016]

COBRA. <http://islandlab.uac.pt/proyectos/resource.php?id=6> [Consulta: abril 2016]