

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA
PROGRAMA EXPERIENCIAS DOCENTES CON LA COMUNIDAD
SUBPROGRAMA EDC-BIOLOGÍA

INFORME FINAL INTEGRADO DE EDC
PERÍODO DE REALIZACIÓN
ENERO 2012 – ENERO 2013

PAULA GABRIELA ECHEVERRIA GALINDO
PROFESOR SUPERVISOR DE EDC: Lic. BILLY ALQUIJAY

INDICE

	PÁGINA
INTRODUCCIÓN	2
CUADRO RESUMEN DE ACTIVIDADES	3
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	
A. SERVICIO	4
B. DOCENCIA	6
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	8
ANEXOS	8

INTRODUCCIÓN

El programa de Experiencia Docente con la Comunidad (EDC) de biología se desarrolla tutorialmente en tres grandes fases que incluyen las actividades de servicio, docencia e investigación (¹Alquijay, Enríquez, y Armas, 2012). Para contribuir a la formación profesional del estudiante, se realiza una parte de servicio y docencia. El lugar de práctica elegido fue el Centro de Estudios del Mar y Acuicultura (CEMA).

El servicio/docencia se realiza en el curso de Calidad del Agua, que se imparte a los estudiantes de tercer año de Acuicultura. La práctica va desde el mes de enero hasta finales de mayo (al finalizar el primer semestre del presente año).

Este informe muestra a detalle las actividades de servicio y docencia que se realizaron en apoyo al curso de Calidad del Agua. Además, permite hacer un análisis de lo que a la fecha se ha realizado y así, poder ver hacia un futuro inmediato el seguimiento (²Alquijay, Enríquez, y Armas, 2012).

CUADRO RESUMEN DE LAS ACTIVIDADES DE SERVICIO / DOCENCIA

Programa Universitario	Nombre de la actividad	Fecha de la actividad	Horas EDC ejecutadas
Servicio			
	Elaboración de Diagnóstico, Plan de Trabajo e informes	Enero-Mayo	80hrs.
	Servicio preestablecido- Colecciones Botánicas (Jardín Botánico)	Febrero	40hrs.
	Servicio preestablecido- Colecciones Zoológicas (Entomológica)	Febrero-Marzo	40hrs.
	Material de Laboratorio del curso Calidad del Agua -Laboratorio (calificar y apoyo)	Enero-Mayo	50hrs.
	Otras actividades de laboratorio	Enero-Mayo	2hrs.
	Curso-taller plancton	Enero-Julio	20hrs.
	Trifoliales	Febrero-Marzo	7hr.
	Análisis de Agua	Marzo-Mayo	4hrs.
			Total 163 hrs.
Docencia			
	Laboratorio del curso Calidad del Agua	Enero-Mayo	172hrs.
	Charlas (Giras-salidas de campo)	Marzo-Mayo	135hrs.
	Curso-taller fitoplancton	Julio	0hrs.
			Total 307hrs.

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES REALIZADAS EN EL CENTRO DE ESTUDIOS DEL MAR Y ACUICULTURA

A. ACTIVIDADES DE SERVICIO

No.1

Título de la actividad: Laboratorio del curso de Calidad del Agua

Objetivos:

- Organizar e inventariar el material disponible en el laboratorio.
- Preparar el material necesario para la realización de las prácticas.
- Colaborar con la planificación general de las prácticas de laboratorio.

Procedimiento: Se organizó el laboratorio (frascos, mesas, anaqueles, cristalería, reactivos, etc.) y se inventarió la cristalería, reactivos y equipo (como microscopios y estereoscopios) disponibles. Esto se realizó junto a algunos de los estudiantes que llevan el curso de Calidad del Agua, en la tercera semana de enero.

Junto con la Licda. Estrella Marroquín, encargada del curso, se brindó apoyo en la preparación y planificación de las prácticas de laboratorio. Se platica con la licenciada encargada del curso para organizar las prácticas y saber si se requiere de algún material extra. El día de la práctica, horas antes o un día anterior se revisa el material a utilizar (microscopios, estereoscopios, cristalería, muestras, etc.).

Resultados: Un lugar amplio, limpio y listo para ser utilizado, donde se pueda tener ubicado y de manera accesible todo el material que se necesita. Además de tener conocimiento del material vigente del que se dispone para trabajar y así poder hacer la solicitud para la compra de ciertos reactivos o material extra que haga falta y sea necesario para llevar a cabo las prácticas planificadas.

Tener la planificación y material necesario para llevar a cabo cada una de las prácticas el día que corresponde.

Se realizó esto en cada práctica que se necesitó. Cumpliendo así los objetivos.

Problemas y limitaciones presentadas: Ninguno.

No.2

Título de la actividad: Curso-taller de fitoplancton

Objetivo:

- Organizar el curso-taller junto con la M.Sc. Norma Gil.

Procedimiento: Colaborar en la logística del curso-taller a llevarse a cabo en el mes de Julio, realizando cotizaciones y contactos para la compra de boletos aéreos, el servicio de comida, el hospedaje, e impresión de invitaciones y diplomas.

Resultados: Se realizaron las cotizaciones de boletos aéreos, servicio de comida, entre otros. No se alcanzó el objetivo en su totalidad, ya que la actividad fue cancelada.

Problemas y limitaciones presentadas: La actividad fue cancelada. Como se mencionó en el documento del plan de trabajo, uno de los problemas y limitaciones era el apoyo financiero y organización, lo cual no se consiguió. Debido a esto ya no se pudo seguir trabajando en ello con la M.Sc. Norma Gil.

No.3

Título de la actividad: Análisis de Agua

Objetivo:

- Colaborar en los análisis de calidad del agua que se soliciten al laboratorio de calidad del agua y limnología.

Procedimiento: Utilizar los reactivos que sean necesarios y seguir el procedimiento adecuado para realizar los análisis de agua, si es que éstos son solicitados al laboratorio y al estudiante.

Resultados: El tiempo planificado para esto se utilizó en los análisis de las muestras que se trabajan dentro del laboratorio del curso de Calidad del Agua, ya que no se me pidió colaborar con los análisis que se solicitan al laboratorio.

Problemas y limitaciones presentadas: Como se mencionó en el documento del plan de trabajo, existía la posibilidad de que no se me solicitara colaborar con estos análisis.

No.4

Título de la actividad: Trifoliar

Objetivo:

- Diseñar trifoliar para dar a conocer los servicios de análisis de agua que brinda el CEMA.

Procedimiento: Se había planificado únicamente realizar el trifoliar con la información que brindaría el laboratorio que hace los análisis. Sin embargo, el CEMA no tiene la información necesaria para diseñar el trifoliar nada más. Así que en lugar de diseñar el trifoliar, se utilizó el tiempo para sacar los precios de los reactivos a utilizar, los presupuestos de las pruebas, la cantidad de pruebas que se pueden hacer según cada kit de reactivos, entre otras cosas necesarias para hacer los análisis.

Resultados: Obtener la información de precios de reactivos necesarios para realizar los análisis. A pesar de esto, aún no me han brindado el precio que ellos consideran para la mano de obra. El objetivo planificado no pudo alcanzarse, pero sí se alcanzó el obtener las bases necesarias de información para poder difundir los servicios que presta este centro de estudios.

Problemas y limitaciones presentadas: Como se mencionó en el documento de plan de trabajo, el diseño de los trifoliales no se realizó por no poseer los recursos necesarios para realizarlos, en este caso el poco acceso a la información y la falta de disponibilidad de las personas encargadas de este servicio.

No.5

Título de la actividad: Calificar

Objetivos:

- Calificar los trabajos, reportes, guías, entre otras tareas que se dejen a los estudiantes.

Procedimiento: Se apoyó a la licenciada en calificar y pasar las notas de las tareas que se dejan durante clase y en el laboratorio para llevar el cuadro de notas.

Resultados: Se cumplió con el objetivo.

Problemas y limitaciones presentadas: Ninguno.

No.6

Título de la actividad: Apoyo

Objetivos:

- Apoyar en las clases y laboratorio.

Procedimiento: Se apoyó a la licenciada en pasar cortos, guías de trabajo, cuidar exámenes, acompañar a los estudiantes a charlas fuera de la Ciudad Universitaria, etc.

Resultados: Se cumplió con el objetivo.

Problemas y limitaciones presentadas: Ninguno.

B. ACTIVIDADES DE DOCENCIA

No.1

Título de la actividad: Curso-taller de fitoplancton

Objetivo:

- Aprender acerca de la importancia del fitoplancton en la calidad del agua de los lagos de Guatemala.

Procedimiento: El taller sería recibido en el mes de Julio.

Resultados: Ninguno.

Problemas y limitaciones presentadas: El curso fue cancelado por factores ajenos (falta de apoyo económico).

No.2

Título de la actividad: Laboratorio de Calidad del agua

Objetivos:

- Apoyar en la cátedra del laboratorio del curso de Calidad del Agua.

Procedimiento: Los días viernes se lleva a cabo el laboratorio del curso. Se apoyó a los estudiantes en la realización de la práctica, con explicaciones, asesorando en el proceso, solucionando dudas, pasando cortos, hojas de trabajo y guías. En algunas ocasiones, estas actividades se llevan a cabo durante el tiempo de clase y no en laboratorio.

Resultados: En cada laboratorio o tiempo de clase se alcanzó el objetivo.

Problemas y limitaciones presentadas: Se tenía planificado una actividad de ambientación para el laboratorio de calidad del agua, como una actividad de servicio, pero por una reestructuración del programa no se realizó. En cambio se hacen otras actividades dentro del laboratorio como charlas que se reciben, realización de hojas de trabajo, etc.

No.3

Título de la actividad: Charlas

Objetivos:

-Recibir charlas informativas por parte del curso de Calidad del Agua.

Procedimiento: Dentro del período de clase se recibió una charla con las personas del Ministerio de Ambiente a cerca del reglamento para descarga de agua y cuestiones legales. Además, en horario del laboratorio, se asistió a una plática en los laboratorios de Soluciones Analíticas, para conocer la manera en que esta empresa trabaja y el procedimiento que realizan para analizar algunas muestras que se les solicitan.

Resultados: Se cumplió con el objetivo.

Problemas y limitaciones presentadas: Ninguno.

No.4

Título de la actividad: Calificar

Objetivos:

-Calificar los trabajos, reportes, guías, entre otras tareas que se dejen a los estudiantes.

Procedimiento: Se ha apoyado a la licenciada en calificar y pasar las notas de las tareas que se dejan durante clase y en el laboratorio para llevar el cuadro de notas. Para esto deben leerse algunos documentos y conocer los temas que se tratan en las tareas.

Resultados: Se cumplió con el objetivo.

Problemas y limitaciones presentadas: Ninguno.

No. 5

Título de la actividad: Giras de campo

Objetivo:

- Realizar viajes de campo para poner en práctica lo referente al curso de Calidad del Agua.
- Aprender el método para la toma de muestras.
- Realizar muestreos para trabajar en el laboratorio los respectivos análisis de calidad del agua.

Procedimiento: Se realizaron salidas de campo a laboratorios. Para una gira que fue al Lago Petén Itzá, se trabajó en el laboratorio las muestras colectadas.

Resultados: Se cumplieron con los objetivos.

Problemas y limitaciones presentadas: Ninguno. A excepción de una gira planificada a una camaronera que fue cancelada, en dos ocasiones, por problemas internos dentro de la misma.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

¹Alquijay, B., Enríquez, E. y Armas, G. (2012). Anexo V: Guía para la elaboración del informe bimensual de la práctica de edc-biología. [Guatemala]: Autor.

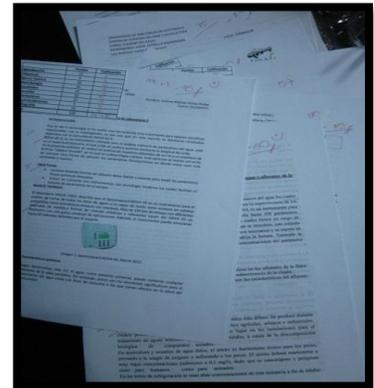
²Alquijay, B., Enríquez, E. y Armas, G. (2012). Programa Analítico de la Práctica de Experiencias Docentes con la Comunidad-EDC de la Carrera de Biología. [Guatemala]: Autor.

ANEXOS

Fotografías del trabajo realizado



Pasar evaluaciones



Calificar tareas/reportes

Senacyt		FECHA		FOY/54-VI		
No.: 20120313.143239		13/03/2012		MERC, S.A.		
De. Av. 13-23 Z-1 Guatemala		REPRESENTANTE		Cristina Alfaro		
NT: 841585-4 TEL: 232-4125 FAX:		CONDICIONES DE PAGO		12 av. 0-53 zona 2 de Maricá Tel: 232-410-1300 Fax: 232-410-1303 Dinero: 232-220-8183 Cédula: 232-220-1242 e-mail: cristina.alfaro@merck.com.gt		
Atención: Proyecto FOCYCAT 19-2011		CONTADO		MERC, S.A.		
COTIZACIÓN		MONEDA: GTQ		MERC, S.A.		
DESCRIPCIÓN		TIPO DE CANTIDAD: 1.00		MERC, S.A.		
CODIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	TOTAL	Observaciones
10000000	Presupuesto para el material de laboratorio para el curso de Biología	GTQ	1	1.231.90	1.231.90	
10000010	Reactivos de laboratorio para el curso de Biología	GTQ	1	184.76	184.76	
10000020	Presupuesto para el curso de Biología	GTQ	1	284.00	284.00	
10000030	Presupuesto para el curso de Biología	GTQ	1	311.00	311.00	
10000040	Presupuesto para el curso de Biología	GTQ	1	208.60	208.60	
10000050	Presupuesto para el curso de Biología	GTQ	1	282.20	282.20	
10000060	Presupuesto para el curso de Biología	GTQ	1	147.00	147.00	
10000070	Presupuesto para el curso de Biología	GTQ	1	282.20	282.20	
10000080	Presupuesto para el curso de Biología	GTQ	1	400.31	400.31	
10000090	Presupuesto para el curso de Biología	GTQ	1	311.13	311.13	
10000100	Presupuesto para el curso de Biología	GTQ	1	281.14	281.14	
10000110	Presupuesto para el curso de Biología	GTQ	1	184.42	184.42	
10000120	Presupuesto para el curso de Biología	GTQ	1	311.09	311.09	
10000130	Presupuesto para el curso de Biología	GTQ	1	400.31	400.31	
10000140	Presupuesto para el curso de Biología	GTQ	1	400.31	400.31	
10000150	Presupuesto para el curso de Biología	GTQ	1	208.60	208.60	
10000160	Presupuesto para el curso de Biología	GTQ	1	311.13	311.13	
10000170	Presupuesto para el curso de Biología	GTQ	1	184.42	184.42	
10000180	Presupuesto para el curso de Biología	GTQ	1	311.09	311.09	
10000190	Presupuesto para el curso de Biología	GTQ	1	400.31	400.31	
10000200	Presupuesto para el curso de Biología	GTQ	1	208.60	208.60	
10000210	Presupuesto para el curso de Biología	GTQ	1	311.13	311.13	
10000220	Presupuesto para el curso de Biología	GTQ	1	184.42	184.42	
10000230	Presupuesto para el curso de Biología	GTQ	1	311.09	311.09	
10000240	Presupuesto para el curso de Biología	GTQ	1	400.31	400.31	
10000250	Presupuesto para el curso de Biología	GTQ	1	208.60	208.60	
10000260	Presupuesto para el curso de Biología	GTQ	1	311.13	311.13	
10000270	Presupuesto para el curso de Biología	GTQ	1	184.42	184.42	
10000280	Presupuesto para el curso de Biología	GTQ	1	311.09	311.09	
10000290	Presupuesto para el curso de Biología	GTQ	1	400.31	400.31	
10000300	Presupuesto para el curso de Biología	GTQ	1	208.60	208.60	
10000310	Presupuesto para el curso de Biología	GTQ	1	311.13	311.13	
10000320	Presupuesto para el curso de Biología	GTQ	1	184.42	184.42	
10000330	Presupuesto para el curso de Biología	GTQ	1	311.09	311.09	
10000340	Presupuesto para el curso de Biología	GTQ	1	400.31	400.31	
10000350	Presupuesto para el curso de Biología	GTQ	1	208.60	208.60	
10000360	Presupuesto para el curso de Biología	GTQ	1	311.13	311.13	
10000370	Presupuesto para el curso de Biología	GTQ	1	184.42	184.42	
10000380	Presupuesto para el curso de Biología	GTQ	1	311.09	311.09	
10000390	Presupuesto para el curso de Biología	GTQ	1	400.31	400.31	
10000400	Presupuesto para el curso de Biología	GTQ	1	208.60	208.60	
10000410	Presupuesto para el curso de Biología	GTQ	1	311.13	311.13	
10000420	Presupuesto para el curso de Biología	GTQ	1	184.42	184.42	
10000430	Presupuesto para el curso de Biología	GTQ	1	311.09	311.09	
10000440	Presupuesto para el curso de Biología	GTQ	1	400.31	400.31	
10000450	Presupuesto para el curso de Biología	GTQ	1	208.60	208.60	
10000460	Presupuesto para el curso de Biología	GTQ	1	311.13	311.13	
10000470	Presupuesto para el curso de Biología	GTQ	1	184.42	184.42	
10000480	Presupuesto para el curso de Biología	GTQ	1	311.09	311.09	
10000490	Presupuesto para el curso de Biología	GTQ	1	400.31	400.31	
10000500	Presupuesto para el curso de Biología	GTQ	1	208.60	208.60	
10000510	Presupuesto para el curso de Biología	GTQ	1	311.13	311.13	
10000520	Presupuesto para el curso de Biología	GTQ	1	184.42	184.42	
10000530	Presupuesto para el curso de Biología	GTQ	1	311.09	311.09	
10000540	Presupuesto para el curso de Biología	GTQ	1	400.31	400.31	
10000550	Presupuesto para el curso de Biología	GTQ	1	208.60	208.60	
10000560	Presupuesto para el curso de Biología	GTQ	1	311.13	311.13	
10000570	Presupuesto para el curso de Biología	GTQ	1	184.42	184.42	
10000580	Presupuesto para el curso de Biología	GTQ	1	311.09	311.09	
10000590	Presupuesto para el curso de Biología	GTQ	1	400.31	400.31	
10000600	Presupuesto para el curso de Biología	GTQ	1	208.60	208.60	
10000610	Presupuesto para el curso de Biología	GTQ	1	311.13	311.13	
10000620	Presupuesto para el curso de Biología	GTQ	1	184.42	184.42	
10000630	Presupuesto para el curso de Biología	GTQ	1	311.09	311.09	
10000640	Presupuesto para el curso de Biología	GTQ	1	400.31	400.31	
10000650	Presupuesto para el curso de Biología	GTQ	1	208.60	208.60	
10000660	Presupuesto para el curso de Biología	GTQ	1	311.13	311.13	
10000670	Presupuesto para el curso de Biología	GTQ	1	184.42	184.42	
10000680	Presupuesto para el curso de Biología	GTQ	1	311.09	311.09	
10000690	Presupuesto para el curso de Biología	GTQ	1	400.31	400.31	
10000700	Presupuesto para el curso de Biología	GTQ	1	208.60	208.60	
10000710	Presupuesto para el curso de Biología	GTQ	1	311.13	311.13	
10000720	Presupuesto para el curso de Biología	GTQ	1	184.42	184.42	
10000730	Presupuesto para el curso de Biología	GTQ	1	311.09	311.09	
10000740	Presupuesto para el curso de Biología	GTQ	1	400.31	400.31	
10000750	Presupuesto para el curso de Biología	GTQ	1	208.60	208.60	
10000760	Presupuesto para el curso de Biología	GTQ	1	311.13	311.13	
10000770	Presupuesto para el curso de Biología	GTQ	1	184.42	184.42	
10000780	Presupuesto para el curso de Biología	GTQ	1	311.09	311.09	
10000790	Presupuesto para el curso de Biología	GTQ	1	400.31	400.31	
10000800	Presupuesto para el curso de Biología	GTQ	1	208.60	208.60	
10000810	Presupuesto para el curso de Biología	GTQ	1	311.13	311.13	
10000820	Presupuesto para el curso de Biología	GTQ	1	184.42	184.42	
10000830	Presupuesto para el curso de Biología	GTQ	1	311.09	311.09	
10000840	Presupuesto para el curso de Biología	GTQ	1	400.31	400.31	
10000850	Presupuesto para el curso de Biología	GTQ	1	208.60	208.60	
10000860	Presupuesto para el curso de Biología	GTQ	1	311.13	311.13	
10000870	Presupuesto para el curso de Biología	GTQ	1	184.42	184.42	
10000880	Presupuesto para el curso de Biología	GTQ	1	311.09	311.09	
10000890	Presupuesto para el curso de Biología	GTQ	1	400.31	400.31	
10000900	Presupuesto para el curso de Biología	GTQ	1	208.60	208.60	
10000910	Presupuesto para el curso de Biología	GTQ	1	311.13	311.13	
10000920	Presupuesto para el curso de Biología	GTQ	1	184.42	184.42	
10000930	Presupuesto para el curso de Biología	GTQ	1	311.09	311.09	
10000940	Presupuesto para el curso de Biología	GTQ	1	400.31	400.31	
10000950	Presupuesto para el curso de Biología	GTQ	1	208.60	208.60	
10000960	Presupuesto para el curso de Biología	GTQ	1	311.13	311.13	
10000970	Presupuesto para el curso de Biología	GTQ	1	184.42	184.42	
10000980	Presupuesto para el curso de Biología	GTQ	1	311.09	311.09	
10000990	Presupuesto para el curso de Biología	GTQ	1	400.31	400.31	
10001000	Presupuesto para el curso de Biología	GTQ	1	208.60	208.60	

Realización de presupuesto de reactivos



Salidas de campo a laboratorios

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA
PROGRAMA EXPERIENCIAS DOCENTES CON LA COMUNIDAD
SUBPROGRAMA EDC-BIOLOGÍA

INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN
**RELACIÓN DEL SUSTRATO Y ALTITUD EN LA DIVERSIDAD VEGETAL ENCONTRADA
A PARTIR DE LA DEPOSICIÓN DE MATERIAL VOLCÁNICO EN EL PARQUE NACIONAL
VOLCÁN PACAYA**
HERBARIO USCG
PERÍODO DE REALIZACIÓN
ENERO 2012 – ENERO 2013

PAULA GABRIELA ECHEVERRIA GALINDO
PROFESOR SUPERVISOR DE EDC: Lic. BILLY ALQUIJAY
ASESOR DE INVESTIGACIÓN: Lic. JORGE JIMÉNEZ

ÍNDICE

	PÁGINA
RESUMEN	12
INTRODUCCIÓN	13
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
JUSTIFICACIÓN	14
REFERENTE TEÓRICO	15 – 20
1. PARQUE NACIONAL VOLCÁN PACAYA	15
1. LOCALIZACIÓN	15
2. CARACTERÍSTICAS GENERALES	15
3. GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA	16
4. VEGETACIÓN	16
2. ACTIVIDAD VOLCÁNICA DEL PACAYA	17
2.1. ERUPCIÓN 2000	17
2.2. ERUPCIÓN 2010	18
3. SUCESIÓN ECOLÓGICA	18
1. TENDENCIAS DE LA SUCESIÓN	19
2. FACTORES QUE AFECTAN	20
OBJETIVOS	21
HIPÓTESIS	21
METODOLOGÍA	22
DISEÑO	22
POBLACIÓN	22
MUESTRA	22
TÉCNICAS A USAR EN EL PROCESO DE INVESTIGACIÓN	22
RECOLECCIÓN DE DATOS	22

ANÁLISIS DE DATOS	22
INSTRUMENTOS PARA REGISTRO Y MEDICIÓN DE LAS OBSERVACIONES	23
RESULTADOS	23 – 30
DISCUSIÓN	31
CONCLUSIONES	33
RECOMENDACIONES	34
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34
ANEXOS	
1. RESUMEN PARA PUBLICAR	37
2. FIGURAS Y FOTOGRAFÍAS	38
3. HISTOGRAMAS DE SUSTRATO (GRÁFICA 7)	45

RESUMEN

La investigación realizada tiene como objetivo principal contribuir al conocimiento de la diversidad vegetal encontrada a partir de la deposición de material volcánico en el Parque Nacional Volcán Pacaya. En este estudio también se consideró la posible relación que existe entre el sustrato y altitud en la diversidad vegetal.

Para el volcán Pacaya se tiene el registro más reciente de actividad volcánica en el año 2010, sin embargo, no se tienen estudios a cerca de los daños ocasionados a las comunidades vegetales de esta área. Por lo tanto se tiene la oportunidad de estudiar la colonización y sucesión primaria de la vegetación que nace en remanentes de ríos de lava. De esta manera se evidencia la relación de los factores que determinan la diversidad vegetal del área.

Para obtener los datos se realizó una colecta manual. La vegetación fue colectada en 52 puntos, en parcelas de 1m². Las especies vegetales colectadas fueron identificadas y se realizaron análisis de diversidad, exploración de datos, pruebas canónicas y pruebas para reconocer un patrón espacial. Según los resultados un tipo de líquen es el más abundante, junto con el musgo *Funaria hygrometrica*. En el análisis del sustrato, el suelo es homogéneo a lo largo del área muestreada. Luego de los análisis, se encontró que la diversidad vegetal es baja debido a ser pionera en la sucesión vegetal del área. Esta vegetación se encuentra relacionada con la altitud por un patrón espacial. No se encontró una relación entre el sustrato y la diversidad vegetal.

INTRODUCCIÓN

El Parque Nacional Volcán Pacaya es un área que reúne las características de uno de los parques naturales más importantes del país. En este parque se encuentra el Volcán de Pacaya, la Laguna de Calderas, entre otros puntos de interés. La investigación realizada se centra específicamente en la comunidad vegetal que se encuentra en el Volcán de Pacaya.

Este volcán es uno de los más activos, luego del Volcán de Fuego. Se cuentan con registros desde 1524, época de la Conquista, de las constantes erupciones de grandes magnitudes (Ceballos, 2006).

Todos los registros que se tienen de estos sucesos estocásticos, no toman en cuenta el efecto que tiene la lava en las comunidades ecológicas del área, a pesar de que su atractivo principal es el de ser un parque natural.

En la actualidad todo el sitio se encuentra en un estado alarmante de degradación ecológica debido a las erupciones, con la más reciente ocurrida en el año 2010, lo que hace imperativo una acción inmediata para su conservación.

Es por esto que se busca contribuir al conocimiento de la relación entre el sustrato y altitud respecto la diversidad vegetal encontrada a partir de la deposición de material volcánico en el Volcán Pacaya.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las perturbaciones naturales por la actividad volcánica generalmente son consideradas como factores negativos que afectan la vegetación en dichas áreas. Las investigaciones acerca de estos daños son escasas y poco detalladas, por lo que se busca contribuir al conocimiento de esto.

El enfoque se basa en que dichas perturbaciones determinan la diversidad en las comunidades vegetales, formando paisajes heterogéneos de sucesión temprana (Krebs, 1985, p.480).

Recientemente el Volcán Pacaya hizo erupción en el año 2010. Si bien es cierto que existen registros de la constante actividad volcánica, la información de cada una de ellas no es lo suficientemente detallada en cuanto al total de área afectada y su cobertura. Además, dicha información se enfoca principalmente en los daños que la actividad ha causado a la

agricultura y poblaciones cercanas al cono y no a las comunidades vegetales (Ceballos, 2006).

Es necesario conocer qué especies conforman la comunidad vegetal y los factores que terminan la distribución actual de la vegetación. Por lo tanto, esta investigación pretende responder a la pregunta ¿existe relación del sustrato y altitud en la diversidad vegetal encontrada a partir de la deposición de material volcánico en el Parque Nacional Volcán Pacaya?

Este tipo de estudios es importante porque no se ha realizado con anterioridad. Es una investigación que da las bases para nuevas estrategias de conservación del área y antecedentes para nuevas investigaciones.

JUSTIFICACIÓN

Existen registros sobre la actividad volcánica del Volcán Pacaya desde el año 1565, archivados en el Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH). En algunos de estos registros se estiman los daños que la actividad volcánica ha causado en los poblados aledaños. Sin embargo, no se tienen estudios a cerca de los daños ocasionados a las comunidades vegetales de esta área.

Guatemala es uno de los países que tiene volcanes activos. El Volcán Pacaya es el de mayor actividad. Por su reciente erupción en el año 2010 y los registros con los que se cuenta de las erupciones, se tiene la oportunidad de estudiar la colonización y sucesión primaria de la vegetación. De esta manera se evidenciaría la relación de los factores que determinan la diversidad vegetal del área.

En la actualidad todo el sitio se encuentra en un estado alarmante de degradación ecológica, lo que hace imperativo una acción inmediata para su manejo y conservación por medio del desarrollo de este tipo de investigaciones.

REFERENTE TEÓRICO

1. Parque Nacional Volcán Pacaya

1.1 Localización

El Parque Nacional Volcán Pacaya se encuentra ubicado entre los Municipios de San Vicente Pacaya del Departamento de Escuintla y Amatitlán y Villa Canales del Departamento de Guatemala (figura 1, ver anexo).

Se sitúa entre las coordenadas 14° 22' 50" Latitud Norte y 90° 36' 0" Longitud Oeste. Dista de la ciudad capital por 47.5 kilómetros (Ceballos, 2006).

1.2. Características generales

El Parque es administrado por el Instituto Nacional de Bosques (INAB). Cuenta con un área delimitada de aproximadamente 4,390 hectáreas, formando parte de un "complejo volcánico" (Evans, 2006, p. 31).

El cráter principal del Volcán Pacaya alcanza una altura de 2,552 metros sobre el nivel del mar. La elevación de su base es de aproximadamente 1,600 metros (s.n., 2012).

El Parque está formado por el Volcán Pacaya, flujos de lava de erupciones y la Laguna de Calderas. Los flujos de lava son parte del drenaje principal del Río María Linda (Ceballos, 2006).

De acuerdo a la clasificación de Zonas de Vida de Holdridge (1982) el área del Parque se encuentra ubicada en la zona de vida denominada Bosque húmedo Sub tropical (templado) (Ceballos, 2006).

La precipitación pluvial, es mayor durante los meses de junio a septiembre, y alcanza un promedio de 2,000 mm/año. Los meses que tienen poca o ninguna precipitación son de diciembre a marzo. El promedio anual de la humedad relativa es de 80% (Ceballos, 2006).

1.3. Geología y Geomorfología

El Volcán Pacaya es parte del Arco Volcánico Centroamericano, una cadena de volcanes situada a lo largo de la costa del Pacífico de Centroamérica, que se formó por la subducción de la Placa de Cocos debajo de la Placa del Caribe (Ceballos, 2006).

El terreno es de relieve ondulado, accidentado y escarpado. Los suelos presentes en el área del volcán corresponden a los suelos del Declive del Pacífico, diferenciado en volcánico, metamórfico y sedimentario. El suelo es de moderado a altamente susceptible a la erosión, debido a las fuertes pendientes (figura 1.1, ver anexo) (Ceballos, 2006).

La geología en el área del parque es exclusivamente volcánica del período cuaternario. La cuenca de la Laguna Calderas (geológicamente la parte más vieja y desarrollada del parque) consiste de domos de andesita y dacita en la parte sur. El área restante está formada principalmente por el Volcán Pacaya y los recientes flujos de lava (Ceballos, 2006).

Este volcán está constituido por una serie de relieves superpuestos (cráteres, conos, domos, que en total suman 14), espigas volcánicas, calderas, y flujos de lava, entre otros, cuya formación ocurrió en distintos momentos. Se conformó a través del apilamiento de materiales piroclásticos, intercalados con coladas de lava (Castro, 1998).

1.4. Vegetación

La vegetación característica del área está constituida por bosques de *Pinus oocarpa* (pino) y *Quercus* spp. (encino). Se encuentran musgos, orquídeas, bromelias, aráceas, entre otras (Evans, 2006, p. 32).

Un rasgo volcánico importante del área que vale la pena mencionar es la deposición de ceniza volcánica. Esto contribuye a la permeabilidad de los suelos en las áreas más desarrolladas; la deposición de flujos de basalto ha ayudado al desarrollo de diferentes tipos vegetativos (Ceballos, 2006; Pereira, 1990).

Entre la vegetación afectada por las erupciones volcánicas se encuentra: Cedros, *Cedrela pacayana*; *C. imparipinata*; Pinos, *Pinus pseudostrobus*; *Pinus oocarpa*; Roble, *Quercus spp*;

encino del Pacaya *Q. oocarpa*; Pacayas, *Chamaedorea spp*; Laurel, *Nectandra membranacea*; Aliso, *Alnus arguta*, *Alnus jorullensis*; Anona blanca, *Annona diversiflora*; *A. purpúrea*, *A. lutescens*; Manzanote, *Olmediella betschleriana*; diversas especies de las familias Bromeliaceae, *Tillandsia usneoides*; *Catopsis spp.*; Araceae, *Philodendron spp.*; *Anthurium spp.* y Orchidaceae, *Bothriochilus guatemalensis*, *Bletia purpurata*, *Lycaste cruenta*, *Odontoglossum laeve* (Ceballos, 2006).

2. Actividad volcánica del Pacaya

Se tiene registros históricos de la actividad de éste volcán desde 1,565. La actividad volcánica del Volcán Pacaya ha formado más de 80 kilómetros cúbicos de roca densa, a través de las 16 grandes erupciones (Evans, 2006, p.35). Para este estudio se toma en cuenta las erupciones más recientes, a mencionar:

2.1 Erupción 2000

Desde su reactivación en 1962, el volcán mantuvo hasta el año 2000 dos a tres erupciones estrombolianas (vulcanismo caracterizado por erupciones explosivas) por año. En el año 2000 se registraron erupciones en enero y febrero, quedando únicamente emanación de gases.

El actual período de actividad se inició en marzo 2006, con actividad efusiva (figura 2, ver anexo) (INSIVUMEH, 2010). En este año la actividad inició en el mes de enero con la erupción de un flujo incandescente de lava acompañado de nubes ardientes que alcanzaron la base del cono. Se produjo la deposición de escoria basáltica hasta casi 7 km de distancia. En el mes de agosto se produjeron erupciones con columnas de entre 600 y 2,000 m de altura, con caídas de ceniza en la montaña. En este mismo mes la parte superior del volcán creció aproximadamente 7 m, y en repetidas ocasiones las constantes explosiones aportaron gases, los cuales con las erupciones y columnas produjeron una lluvia ácida que volvió a dañar el pasto en el área.

En los documentos encontrados que hacen referencia a la erupción de este año, no se menciona el efecto de la actividad en el bosque (INSIVUMEH, 2004).

2.1 Erupción 2010

Una de las erupciones más violentas de la última década, ocurrió este año el 27 y 28 de mayo. Sin tanta destrucción, esta erupción afectó principalmente parte de la vegetación y semovientes en la zona oeste de la meseta (INSIVUMEH, 2010).

El tipo de actividad volcánica fue estromboliana. El material balístico y bombas encontradas en las aldeas fueron de 10 y 15 cms. de diámetro; también cenizas con espesor de 10, 15 y 20 cms. Ocasionó el colapso del 95% de los techos de zinc. Generó avalanchas y flujo piroclásticos, depositándose dentro de la meseta (INSIVUMEH, 2010).

Los factores que influyeron en aumentar la cantidad de daños fue el viento, la lluvia (temporada de invierno); que aumentó el peso de la ceniza y los colapsos de techos.

Los daños en la vegetación (árboles) en un perímetro de 5 a 82 km causó la pérdida total de las hojas, los bosques húmedos fueron totalmente afectados por el calor de las bombas y ceniza caliente (figura 3 ver anexo) (INSIVUMEH, 2010).

La ceniza fue dispersada en dirección norte del volcán (figura 4 ver anexo). Se registraron exhalaciones de gas, derrumbes internos y avalanchas de bloques. La cantidad de dióxido de azufre que emanó, quemó la vegetación y afectó directamente a los árboles situados en cercanías de la emisión (figura 5 ver anexo) (INSIVUMEH, 2010).

3. Sucesión ecológica

Se conoce como sucesión cuando un área de terreno ha quedado desprovista de su vegetación, debido a un incendio, a una inundación o a una glaciación y esta es colonizada nuevamente (Krebs, 1985, p.473).

En el caso que nos interesa, por una erupción volcánica, se produjo un flujo de lava, que arrasó con toda la vegetación a su paso. A la sucesión que empieza sobre un área estéril donde las condiciones de existencia no son al principio favorables, como es este el caso, es denominada sucesión primaria (Odum, 1977, p.111).

Tras un suceso estocástico, como una erupción, el área es colonizada rápidamente por diversas especies que en forma subsecuente modifican a uno o más de los factores

ambientales. Este cambio a su vez permite que se establezcan más especies (Krebs, 1985, p.473).

Las especies pioneras de la colonización aparecen porque presentan características como un rápido crecimiento, producción abundante de semillas y elevada capacidad de dispersión. Estas especies no están bien adaptadas a la supervivencia en los sitios ocupados, donde es intensa la competencia de raíces y sombra (Krebs, 1985, p.474).

Estudios sobre sucesión primaria en lugares como flujos de lava reciente, indican que es necesario al menos 1,000 años para el desarrollo de un clímax (etapa final de un estado estable de sucesiones) (Odum, 1977, p.122).

Se ha descrito un modelo de cuatro etapas que describen la colonización-sucesión de la vegetación:

1. Etapa de maleza anual, de 2 a 5 años
2. Etapas de pastos de vida corta, de 3 a 10 años
3. Etapa inicial de pastos perennes, de 10 a 20 años
4. Etapa clímax del pasto, de 20 a 40 años

Se necesitan un largo período de tiempo para completar la serie, los ciclos climáticos, tormentas, fuegos severos, etc., interfieren notablemente en las sucesiones (Odum, 1977, p.122).

3.1 Tendencias de la sucesión

3.1.1 Las clases de vegetación cambian continuamente

Las especies que son importantes en las etapas iniciales no son, necesariamente, importantes al llegar al clímax. En general, cuantas más especies están geográficamente disponibles para la colonización, más restringida será la presencia de cada especie en el curso del tiempo. Este ajuste regulador se conoce como competencia (Odum, 1977, p.115). Se sabe también que las especies se sustituyen unas a otras porque cada etapa modifica el ambiente de modo que resulta menos adecuado para ellas y más apropiado para otras, por lo que se dice que la sucesión es ordenada y predecible, siguiendo una dirección dada (Krebs, 1985, p.474).

3.1.2 La biomasa de materia orgánica aumenta

Los extrametabolitos (productos líquidos que se excretan de los organismos) tienden a aumentar, por lo menos en variedad, en la sucesión, porque la acumulación de materia orgánica produce a menudo condiciones anaeróbicas temporales o permanentes, que favorecen la persistencia de sustancias orgánicas incompletamente descompuestas. Estos “reguladores ambientales” logran la estabilidad de la comunidad vegetal a medida que se llega al clímax. Finalmente, la naturaleza física (relaciones de luz y agua) del medio ambiente es modificada por la estructura orgánica que cambia (Odum, 1977, p.115).

3.1.3 La diversidad de especies aumenta

El aumento de la estructura orgánica está relacionado con el aumento de la diversidad de especies. A medida que incrementa la biomasa, la estratificación y la zonación crean nuevos nichos de hábitats (Odum, 1977, p.119).

3.1.4 Disminución en la producción y aumento en la respiración de la comunidad

La producción bruta aumenta en las etapas iniciales de la sucesión primaria, con poco o ningún cambio evidente en las etapas finales. Mientras menos se produzca, como el crecimiento de hojas, la respiración aumentará, pues aquellas hojas deben de satisfacer las necesidades requeridas; evitando el gasto energético del crecimiento de nuevas hojas (Odum, 1977, p.120).

3.2 Factores que afectan

Un aspecto importante es el de la relación recíproca entre la vegetación y el **suelo o sustrato**. Las plantas pioneras alteran las propiedades de este, lo cual a su vez permite el crecimiento de nuevas especies, que en su oportunidad modificarán el ambiente en diversas formas y con ellos originará la sucesión (Krebs, 1985, p.477). Además, es importante tomar en cuenta las características de tamaño del grano, pH, composición química, drenaje, etc., que posee el sustrato (suelo) al inicio de la colonización.

En esta investigación nos referimos al sustrato, específicamente al tamaño del grano (granulometría) como un factor que se encuentra relacionado con el tipo de vegetación pionera que se encuentra presente en el área.

Otro factor a considerar es el clima el cual se ve afectado por la **altitud** a la que se encuentre el área. Es el clima el que determina el tipo de vegetación a colonizar y las características propias del hábitat a formarse (Krebs, 1985, p.477).

OBJETIVOS

General:

Contribuir al conocimiento de la diversidad vegetal encontrada a partir de la deposición de material volcánico en el Parque Nacional Volcán Pacaya.

Específicos:

1. Determinar la diversidad vegetal en áreas impactadas por la actividad volcánica en el Parque Nacional Volcán Pacaya.
2. Analizar la relación del sustrato y altitud en la diversidad vegetal encontrada en el Parque Nacional Volcán Pacaya.

HIPÓTESIS

Existe una relación del sustrato y altitud en la diversidad vegetal encontrada a partir de la deposición de material volcánico en el Parque Nacional Volcán Pacaya.

METODOLOGÍA

1. DISEÑO

1.1. POBLACIÓN

Vegetación sobre ríos de lava endurecida en el Parque Nacional Volcán Pacaya.

1.2 MUESTRA

Vegetación colectada en parcelas de 1m², en 52 puntos de muestreo georeferenciados con anterioridad.

2. TÉCNICAS A USAR EN EL PROCESO DE INVESTIGACIÓN

2.1 RECOLECCIÓN DE DATOS

Como variable dependiente están los valores de diversidad vegetal y como Co-variables están el sustrato y la altitud.

Para obtener los datos se realizó una colecta manual, colectando la vegetación de 52 puntos en parcelas de 1m² (fotografía 2, ver anexo). Se determinaron las especies de la vegetación colectada y se realizaron los análisis respectivos.

Los 52 puntos fueron distribuidos sistemáticamente antes de la primera salida exploratoria, utilizando un mapa del área y georeferenciando los puntos con anterioridad (figura 5, ver anexo).

2.2 ANÁLISIS DE DATOS

Para analizar la diversidad del área se realizó un análisis de diversidad de especies (Moreno, 2001). Para determinar la relación entre el sustrato y altitud en la diversidad se realizó un análisis de ordenación y pruebas de correlación.

3. INSTRUMENTOS PARA REGISTRO Y MEDICIÓN DE LAS OBSERVACIONES

- GPS y brújula para localizar los puntos georeferenciados en mapa cartográfico o imagen satelital del área y para conocer la altitud. También, para obtener la pendiente y la exposición.
- Las parcelas hechas de tubos de PVC de 1m², utilizadas para delimitar el área de colecta en cada punto. Divididas con lana en 25 cuadrantes.
- Bolsas plásticas para transportar la vegetación colectada. Se utilizaron tijeras de podar.
- Todo registrado en boletas de campo (figura 6, ver anexo) (tamaño del grano del sustrato, altitud y vegetación, etc.; igualmente identificado en las bolsas de colecta).

RESULTADOS

1. Comunidad vegetal

La vegetación que crece sobre los remanentes de los ríos de lava en el volcán Pacaya incluye: cuatro especies de musgos (*Bryoerythrophyllum jamesonii*, Tayl., *Bryum pallescens* Schleich., *Funaria hygrometrica* Hedw., *Mielichhoferia argentifolia* Mitt., y las siguientes plantas vasculares: *Gnaphalium greenmanii* S.F. Blake., *Erigeron pacayensis* Greem., *Conyza canadensis* L., *Hypericum oliginosum* HBK., una especie no identificada de la familia *Poaceae*, *Melampodium* sp., *Phytolacca rivinoides* Kunth & Bouché., *Fuchsia michoacanensis* Sessé & Mocino., *Zeugites mexicana* var. *Mexicana* Kunth., *Rhynchelytrum repens* Wild., *Hemichaena fruticosa* Benth.

Cuadro No. 1: Especies observadas en la comunidad vegetal de sucesión primaria sobre lava reciente en el Volcán Pacaya

	Riqueza	Abundancia
1	<i>Bryoerythrophyllum jamesonii</i> Tayl.	1
2	<i>Bryum pallescens</i> Schleich.	1
3	<i>Funaria hygrometrica</i> Hedw.	131
4	<i>Mielichhoferia argentifolia</i> Mitt.	51
5	<i>Liquen sp. 1</i>	400
6	<i>Gnaphalium greenmanii</i> S.F. Blake.	0
7	<i>Erigeron pacayensis</i> Greem.	5
8	<i>Conyza canadensis</i> L.	6
9	<i>Hypericum oliginosum</i> HBK.	1
10	<i>Poaceae sp. 1</i>	1
11	<i>Melampodium sp. 1</i>	1
12	<i>Phytolacca rivinoides</i> Kunth & Bouché	0
13	<i>Fuchsia michoacanensis</i> Sessé & Mocino	0
14	<i>Zeugites mexicana var. mexicana</i> Kunth.	0
15	<i>Rhynchelytrum repens</i> Willd.	0
16	<i>Hemichaena fruticosa</i> Benth.	0

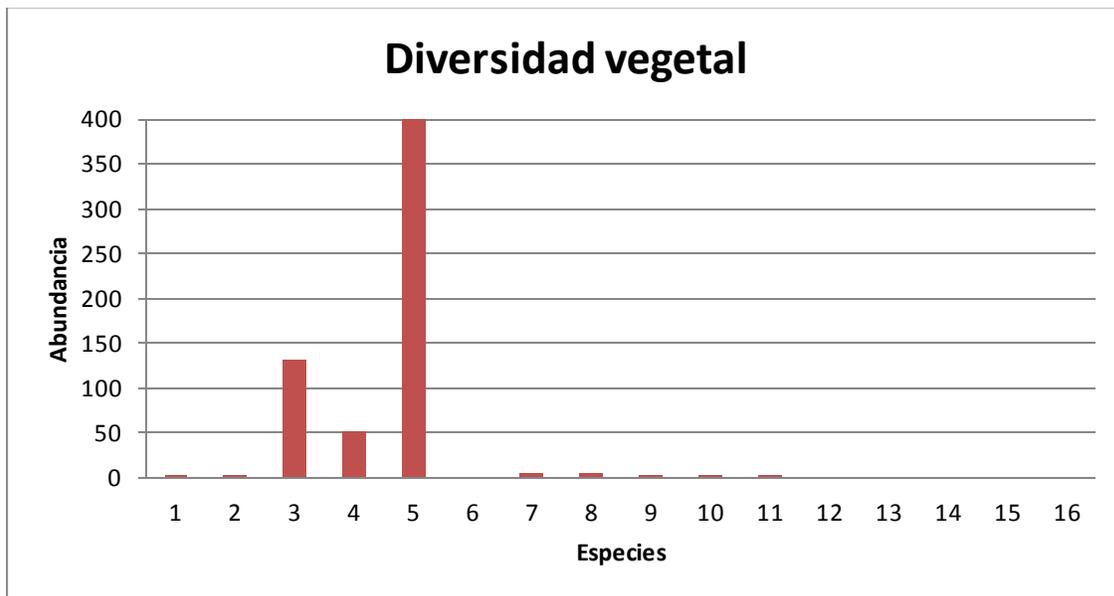
Fuente: datos colectados 2012

Abundancia: número de individuos de la especie x / 25 (número total de cuadrantes de la parcela)

Como se muestra en la tabla, la presencia de un liquen que no pudo ser identificado, se encontró en todos los sitios de muestreo, por lo tanto tiene la mayor abundancia, seguido del musgo *F. Hygrometrica*. Las especies que presentan una abundancia cero se debe a que fueron especies detectadas fuera de las parcelas.

En la gráfica 1 se muestra la abundancia relativa de las especies vegetales del área.

Gráfica 1: Abundancia relativa de las especies observadas en la comunidad vegetal



Fuente: datos colectados 2012

Las dimensionales de las columnas representan el número de subparcelas en las que se registró cada especie.

Las especies 1, 2, 9, 10 y 11 (ver cuadro 1 y gráfica 1) son las especies con la menor abundancia. Las especies más abundantes fueron un líquen no identificado y dos especies diferentes de musgos *Funaria hygrometrica* y *Mielichhoferia argentifolia*).

A continuación se muestra la curva de acumulación de especies observadas, la cual no alcanza un comportamiento asintótico, lo que permite esperar un número total de especies mayor. Esto coincide con el total de especies esperadas en la comunidad vegetal, utilizando el estimador de riqueza Jackknife de primer orden (25.8 especies esperadas).

a. Índices de dominancia y equidad

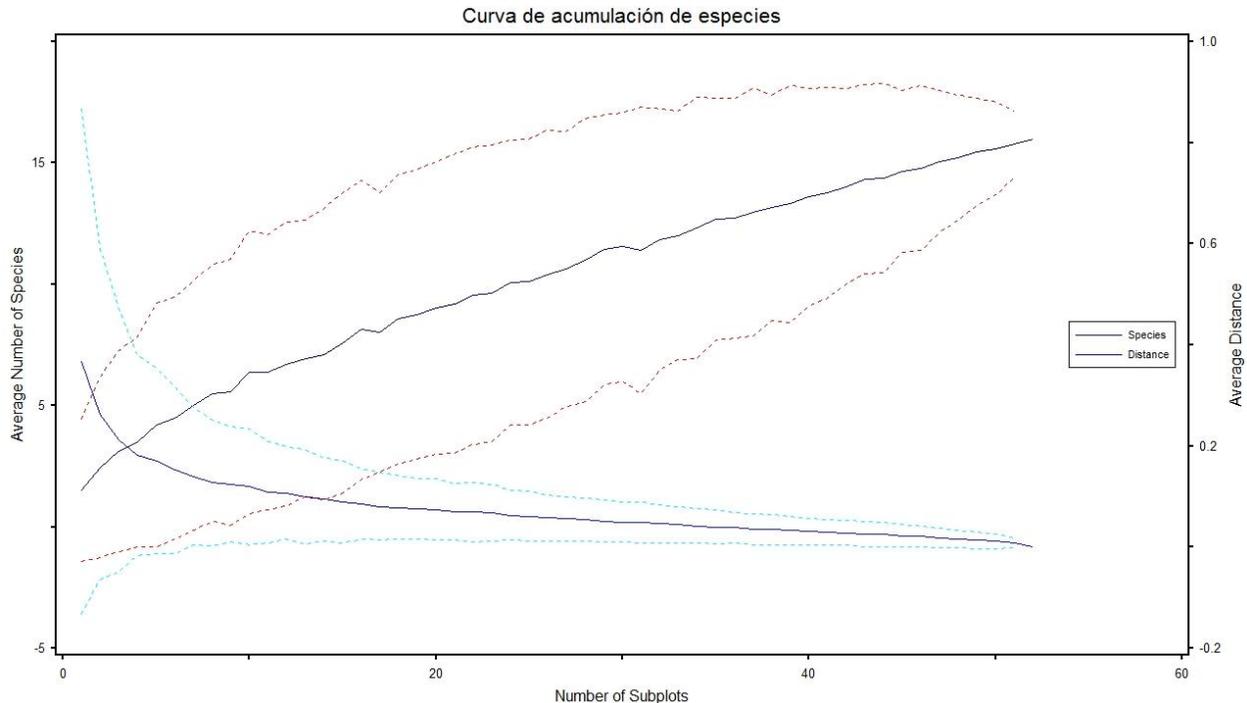
Para la vegetación encontrada se calcularon índices de dominancia de Simpson y de equidad Shannon-Wiener (Moreno, 2001). Utilizando el programa Past versión 2.15, la especie *Funaria hygrometrica*, *Mielichhoferia argentifolia* y el *Líquen sp. 1* son los que presentan un índice de dominancia mayor, siendo 0.90, 0.85 y 0.96 respectivamente. Los valores obtenidos coinciden con las observaciones en el campo. El líquen se encontró en

toda el área y en mayor proporción, siendo el más dominante. Las otras especies vegetales no presentan valores significativos de dominancia, sus valores son cercanos a cero.

Los valores de equidad Shannon-Wiener expresan la uniformidad de los datos a través de todas las especies muestreadas (Moreno, 2011). En este caso, el valor es bajo para las especies más dominantes, como es de esperarse. El valor para *Funaria hygrometrica* es de 0.40; para *Mielichhoferia argentifolia*, 0.30; y para el más dominante, el *Liquen sp. 1*, 0.52. Los datos muestran que la comunidad vegetal no es equitativa o similar en el área.

b. Esfuerzo de muestreo

Gráfica 2: Curva de acumulación de especies observadas en la comunidad vegetal



Fuente: datos colectados 2012

16.0 = Number of species observed 25.8 = First-order jackknife estimate

La gráfica muestra que el esfuerzo de muestreo fue suficiente para obtener resultados satisfactorios, optimizando el trabajo invertido. Se detectó un 62% de las especies esperadas en el área. Según Cain (s.f.), la metodología utilizada es una de las mejores pues permite obtener una buena representación de las especies del área en la muestra. El 40% de las

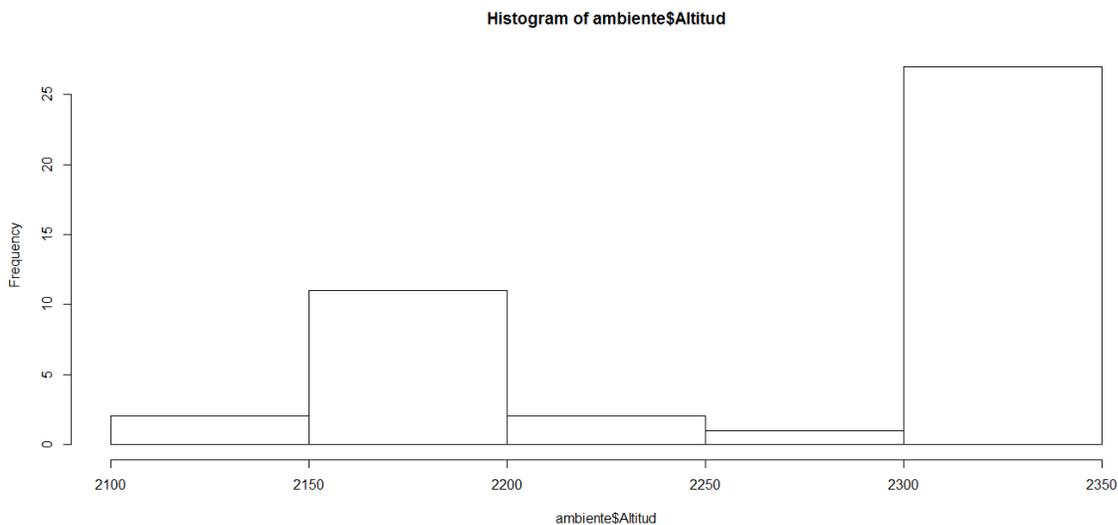
especies restantes se refiere a las especies que no se encontraban dentro de las parcelas, pero que podrían haber sido las colectadas y observadas en las cercanías.

Las especies colectadas fuera de las parcelas son: *Gnaphalium greenmanii* S.F. Blake., *Phytolacca rivinoides* Kunth & Bouché., *Fuchsia michoacanensis* Sessé & Mocino., *Zeugites mexicana* var. *mexicana* Kunth., *Rhynchelytrum repens* Willd. y *Hemichaena fruticosa* Benth.

2. Altitud

Por medio de una exploración de datos, utilizando histogramas, se demuestra que los datos no presentan una distribución normal, lo cual es importante para los análisis posteriores, ya que se considera a la altitud como un factor que afecta en la diversidad vegetal. El histograma se presenta en la gráfica 3.

Gráfica 3: Histograma de distribución de frecuencias de la altitud detectada en las parcelas de muestreo (n = 52)



Fuente: datos colectados 2012

3. Sustrato

Para explorar los datos referentes al sustrato se realizaron histogramas (gráfica 4, ver anexo) que evidenciaron la existencia de diferencias significativas entre cada tamiz utilizado.

Cada uno de los seis tamices empleados representa un tamaño de arena diferente. El primer tamiz retiene el paso de arena de un tamaño de 2000-1000 micrómetros; el tamiz dos, 1000-500; el tercer tamiz, 500-250; el cuarto tamiz, 250-100; el quinto es de 5 y el último tamiz, es de un tamaño menor a 5.

Al analizar todos los tamices, no se encontró una diferencia significativa entre estos, por lo que se considera que toda el área muestreada es bastante homogénea. A pesar de esto, el tamiz 1 es el que muestra mayor diferencia a los otros, pues los tamaños de sustrato son mayores y por lo tanto de mayor peso.

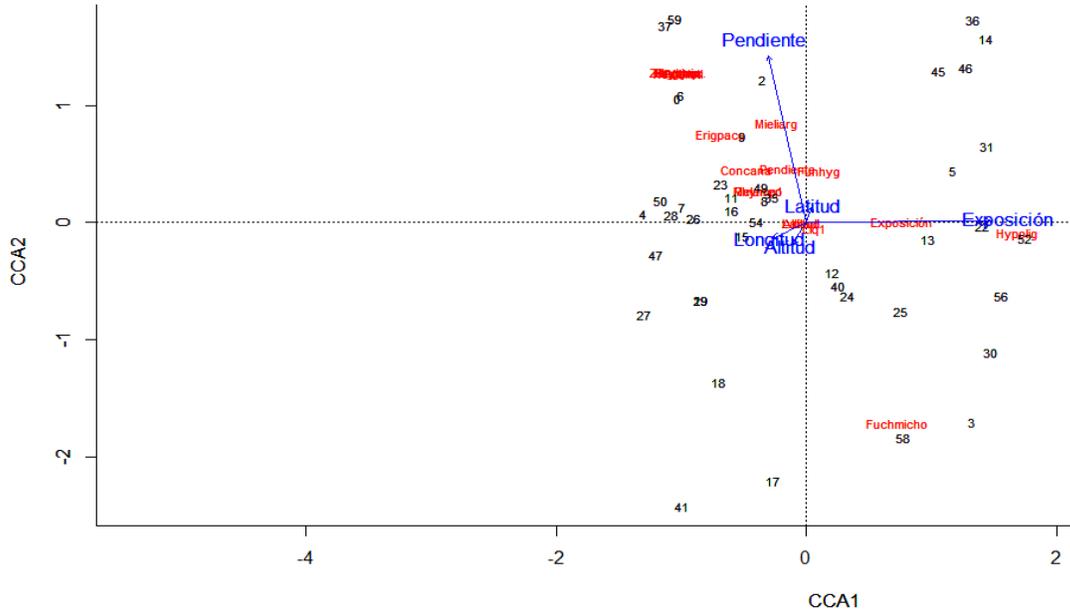
4. Patrón espacial

Para evidenciar un patrón espacial se realizó el análisis Mantel, con el cual se obtuvo un valor de significancia de 0.002. Por lo tanto se concluye que existe evidencia de un patrón espacial. La distribución de especies responde a la altitud y posiblemente a la distancia respecto al bosque.

5. Relación de diversidad y ambiente

Con un análisis canónico se hace notar que los factores ambientales que mejor explican la diversidad encontrada en el volcán Pacaya es la altitud, junto con la latitud y longitud.

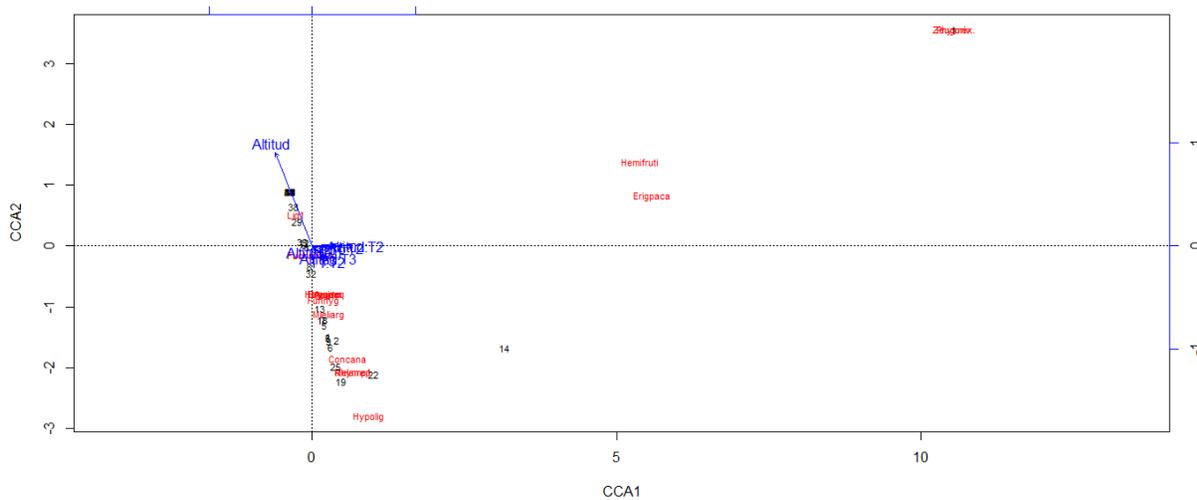
Gráfica 4: Factores ambientales que explican la diversidad vegetal



Fuente: datos colectados 2012

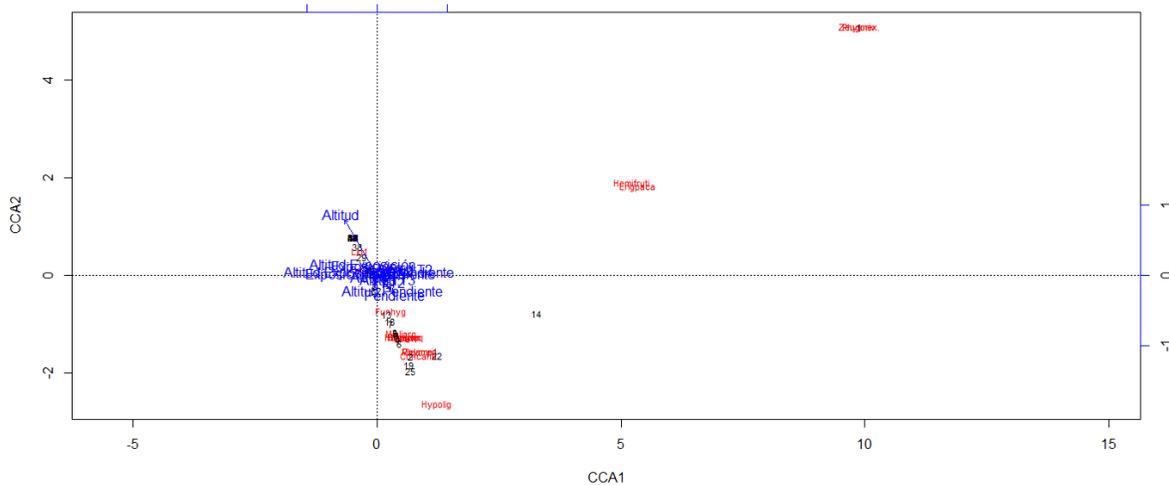
Para observar el posible efecto que tiene la altitud, latitud y longitud sobre la diversidad vegetal se realizaron análisis de correspondencia canónica parcial con los otros parámetros ambientales tomados en el campo.

Gráfica 5: CCA parcial alimentado de altitud y sustrato (sin tomar en cuenta latitud ni longitud)



Fuente: datos colectados 2012

Gráfica 6: CCA parcial alimentado con exposición, pendiente, altitud y sustrato



Fuente: datos colectados 2012

a. Prueba de correlación

Se realizaron correlaciones de Spearman para evidenciar una posible relación entre las abundancias de cada una de las especies vegetales encontradas y el factor ambiental a probar, la altitud. Según esta prueba existe una correlación entre las abundancias relativas de la vegetación y la altitud ($p < 0.05$), confirmando los hallazgos de la prueba Mantel y de Correspondencia Canónica.

Además, se probaron correlaciones entre las especies vegetales y las demás variables ambientales (pendiente, exposición y los seis tamices utilizados para el sustrato). Sin embargo, no se obtuvo una relación significativa entre ellas. Las abundancias de las 16 especies no se relacionan con la exposición. Algunas especies se presentan una correlación con los tamices utilizados y con la pendiente, sin embargo, no son valores significativos a considerar.

DISCUSIÓN

Las condiciones de suelo, altitud, entre otras, junto con las perturbaciones causadas por la actividad volcánica y las características adaptativas de cada especie, generan las diferentes comunidades vegetales (Evans, 2006). La diversidad vegetal que se encuentra en los remanentes de los ríos de lava en el volcán Pacaya, según el cuadro 1 y la gráfica 1, es bajo. Esta diversidad tan baja se debe a que la vegetación encontrada es la primera en colonizar estas áreas, por lo que su riqueza y abundancia es menor (Odum, 1977). La especie más abundante fue un líquen, este se encontró en todos los sitios de muestreo con una riqueza elevada, presentando el valor más alto de dominancia (0.96). Los musgos *Funaria hygrometrica* y *Mielichhoferia argentifolia*, también son dominantes. En general, la comunidad vegetal del área se describe con un índice de dominancia alto (0.71) representado por el líquen y las dos especies de musgo; y por un índice de equidad bajo. Los valores de dominancia y equidad calculados pueden ser comparados con estudios posteriores para identificar el cambio de las comunidades vegetales del área a través del tiempo. Esta idea daría una base para el estudio de la sucesión vegetal en áreas afectadas por erupciones volcánicas.

La presencia de líquen y musgos en esta etapa de desarrollo vegetal es característica de una sucesión primaria, donde es nula la competencia con otras plantas (Odum, 1977); y donde la presencia de éstas permite el establecimiento de plantas futuras (Vite, 2008). Esta idea concuerda con Schaefer (2008), quien encontró que las asteráceas, musgos, líquenes y plantas herbáceas son las más comunes en la sucesión temprana que crecen en suelos ácidos.

Estudios en zonas similares indican que tras dos años de una erupción, la vegetación es muy joven y escasa, donde la mayoría de la vegetación es plántula. La característica de que las plantas sean pequeñas puede deberse a que comienza a darse la colonización del área, aunque también puede estar causada por un suelo pobre en nutrientes, ocasionando una disminución en la tasa de crecimiento de las plantas (Vite, 2008).

El líquen crustáceo encontrado en el volcán es de importancia ecológica porque es el eslabón principal para colonizar un sustrato y formar un suelo primitivo que sirve para el arraigo de musgos y plantas vasculares pequeñas. Además, los ácidos producidos por los líquenes son un agente primario de degradación de rocas, lo que forma un suelo rico en nutrientes (Chaparro, Aguirre, 2002, p.93). La presencia de musgos también aumenta la

capa de suelo y suministra más humedad para permitir el crecimiento de plantas mayores, contribuyendo a la permeabilidad de los suelos (Ceballos, 2006).

En base a la vegetación muestreada en el volcán Pacaya, se pueden identificar ciertas etapas de la sucesión vegetal. La primera etapa es la definida por Clements como nutación (sobreposición de lava en la vegetación existente –sustrato estéril-). La segunda, es la migración y establecimiento de algas y líquenes. La tercera etapa es la colonización de especies que inician a partir de la dispersión de semillas (Evans, 2006).

La deposición de flujos de basalto ha ayudado al desarrollo de diferentes tipos vegetativos (Ceballos, 2006; Pereira, 1990). Una de las características importantes de este tipo de sustrato es su capacidad de retener agua (Serrada, 2008, p.100). El sustrato del área muestreada del volcán Pacaya es homogéneo a las diferentes alturas. Como se presenta en la gráfica 7 (ver anexo) las diferencias se observan dentro de cada muestra por los seis tamices utilizados, pero al analizar todas las muestras en conjunto, no se observa una diferencia significativa entre ellas. Debido a esta característica, el sustrato no se relaciona con la diversidad vegetal como se esperaba. Posiblemente esto se debe a que todo el material piroclástico se distribuye de igual manera en el área y es similar debido a procesos de erosión (Westen, s.f., p.5). Sin embargo, el sustrato es idóneo para la colonización de líquenes y musgos, como ya se mencionó anteriormente, los formadores de suelo.

Al relacionar la diversidad vegetal con la altitud, esta sí es una variable que tiene influencia en la presencia/ausencia de la vegetación. Esto se explica por un patrón espacial y muy posiblemente por la cercanía con el bosque. Es interesante notar que a mayor altitud la diversidad vegetal disminuye, esto puede deberse a que las plantas aún no han llegado a ese sector o que la vegetación no puede sobrevivir en la superficie dura hasta que otras plantas la colonicen primero (Schaefer, 2008). Según Egger (1954) la colonización de las plantas luego de una erupción no se da por el banco de semillas del suelo, sino por medios bióticos (viento) o abióticos (humanos o animales). Mientras más cercano al bosque se encuentre el área afectada, mayor será la llegada de propágulos. Schaefer (2008) encontró una diversidad vegetal más alta en lugares aledaños a corrientes de agua y con presencia de vegetación. Según las observaciones realizadas en el campo, se encontró mayor riqueza y abundancia de especies vegetales en los puntos que se ubican más cercanos al bosque, donde la altitud era menor y donde los propágulos de vegetación del bosque viajan más

fácilmente a estas áreas afectadas por la lava. Las parcelas que se colocaron en puntos más altos, no presentaban diversidad de especies, únicamente una alta abundancia de líquen.

Uno de los objetivos más importantes de esta investigación era analizar la relación del sustrato y altitud en la diversidad vegetal encontrada a partir de la deposición de material volcánico en el Parque Nacional Volcán Pacaya, de lo que concluyo que el sustrato no presentó una relación con la diversidad vegetal, pero si la altitud.

Es importante resaltar que en las áreas del volcán que son muy transitadas los líquenes no crecen. Este tránsito supone una agresión continua que impide la estabilización de especies que requieren suelos más desarrollados y que necesitan períodos largos para regenerarse (Chaparro, Aguirre, 2002, p.93). A medida que nos alejamos de estas áreas de paso, encontramos coberturas vegetales más desarrolladas, haciéndose más abundante la presencia de líquenes a las cercanías del bosque. Por este hecho, se recomienda que para el manejo y conservación del Parque Nacional se realicen senderos específicos para turistas. Estos senderos permitirán que la sucesión vegetal se de en toda el área. Además, la utilización de plantas fijadoras de nitrógeno para la reforestación del área es aconsejable, de esta manera se proveerá al suelo de más nutrientes que necesitan las plantas para estimular su tasa de crecimiento.

CONCLUSIONES

- La diversidad vegetal es baja por ser pionera en la sucesión vegetal del área debido a la reciente deposición de material volcánico.
- Existe relación entre la altitud y la diversidad vegetal encontrada en el volcán Pacaya. Sin embargo, el sustrato no mostró una influencia significativa.
- No se obtuvo evidencia de una diferencia entre muestras de sustrato, por lo que el sustrato de toda el área muestreada es homogéneo.
- La diversidad de las especies está determinada por un patrón espacial, lo que indica que la altitud y la distancia del bosque como fuente de propágulos influye en la vegetación presente.

RECOMENDACIONES

En la actualidad todo el sitio se encuentra en un estado alarmante de degradación ecológica, lo que hace imperativo una acción inmediata para su conservación por medio del desarrollo de este tipo de investigaciones. Se recomienda un seguimiento para evidenciar la sucesión vegetal a lo largo del tiempo.

Además, se recomienda un análisis de la composición química del sustrato, para evidenciar una posible influencia de estas características en la presencia/ausencia de la vegetación pionera.

Con base a la información generada, se propone a la administración del Parque Nacional Volcán Pacaya que se tome en cuenta la sucesión vegetal para la conservación de las comunidades vegetales del área. Se recomienda la creación y señalización de senderos específicos para guiar a los turistas por el recorrido. Y también la reforestación del área con plantas fijadoras de nitrógenos para dar más nutrientes al suelo y que las plantas aumenten su tasa de crecimiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Allen, P. (1994). *Moss Flora of Central America. Part 1. Shagnaceae-Calymperaceae*. New York: Missouri Botanical Garden.

Allen, P. (1994). *Moss Flora of Central America. Part 2. Encalyptaceae-Orthotrivhaceae*. Nueva York: Missouri Botanical Garden.

Cain, S. (s.f.). *The species-area curve*. Amer. Midl. Nat., 19:573-581

Castro, F. (1998). *Diagnóstico del Parque Nacional Volcán de Pacaya y Propuesta de Plan de Manejo*. Guatemala: INAB (Instituto Nacional de Bosques). 55 p.

Chaparro, M. y Aguirre, J. (2002). *Hongos líquenizados*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

Ceballos, M. (2006). *Plan de manejo del monumento natural Volcán Pacaya, Palín, Escuintla*. Guatemala: Sostenibilidad y gestión ambiental. Recuperado de: <http://www.gestiopolis1.com/recursos7/Docs/ger/plan-de-manejo-de-areas-naturales.htm>

Churchill, S., Linares, E. (1959). *Prodromus Bryologiae NOVO-Granatensis. Parte 1. Introducción a la flora de musgos de Colombia*. Santafe de Bogotá: Instituto de Ciencias Naturales. Museo de Historia Natural. Facultad de Ciencias Universidad Nacional de Colombia.

Colwell, R., Xuan, C., and Chang, J. (2004). *Interpolating, extrapolating and comparing incidence-based species accumulation curves*. *Ecology*, 85(10): 2717-2727

Egler, F. (1954). *Vegetation science concepts. Initial floristic composition – a factor in oldfield vegetation development*. *Vegetatio*. 4:412-417

Enríquez, E., Alquijay B., y Armas G. (2012). *Anexo 4. Guía para la elaboración del protocolo de investigación*. Guatemala: Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala. 5p.

Evans, M. (2006). *Caracterización de la vegetación natural de sucesión primaria en el Parque Nacional Volcán Pacaya y Laguna de Calderas, Guatemala. (Tesis de Maestría)*. CATIE. Costa Rica. 91p.

Flora mesoamericana. Disponible en:
<http://www.tropicos.org/NameSearch.aspx?projectid=3&langid=66>

INSIVUMEH. Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (2004). *Boletín Volcán de Pacaya*. 2da. Ed. Guatemala: Departamento de Investigación y servicios Geofísicos. 8p

INSIVUMEH. Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (2010). *Reporte de Erupción Volcán Pacaya*. Guatemala: Ministerio de Comunicación, Infraestructura y Vivienda. 11p.

Krebs, C. (1985). *Ecología. Estudio de la distribución y la abundancia*. 2da ed. México: Herper & Row Latinoamericana. 753p.

Moreno, C. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad. M&T-Manuales y Tesis SEA, vol. 1*. México: Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. 86p.

Odum, E. (1977). *Ecología*. 14va. Ed. México: Compañía Editorial Continental, S.A. 201p.

Pereira, LF. (1990). *Plan preliminar para el manejo de la microcuenca de la laguna Calderas, Guatemala*. (Tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. Guatemala. 135 p.

Pérez, A y Watteijne, B. (2009). *Estructura de una comunidad de líquenes y morfología del género *Stricta* (Strictaceae) en un gradiente altitudinal*. Bogotá: Acta biol. Colomb. vol.24 no.3

Royal Botanical Gardens, Kew. Disponible en: <http://apps.kew.org/efloras/search.do;jsessionid=9761C465F6DA5939A57AC013A5EC59DA>

Schaefer, L. (2008). *La sucesión primaria de la vegetación sobre los flujos piroclásticos del 2006 en el Volcán Tungurahua*. Ecuador: Comparative ecology and conservation, DePauw University

Serrada, R. (2008). *Influencia de los factores ecológicos en la vegetación*. Madrid: Servicio de publicaciones. EUIT Forestal.

Sharp, A. Crum, H. Eckel, P. (1994). *The Moss Flora of Mexico. Part one*. Sphagnales to Bryales. Volume 69. New York: Memoirs of The New York Botanical Garden.

Sharp, A. Crum, H. Eckel, P. (1994). *The Moss Flora of Mexico. Part two*. Orthotrichales to Polytricales. Volume 69. New York: Memoirs of The New York Botanical Garden.

Vite, D. (2008). *Crecimiento de briofitas al aporte de nutrientes sobre rocas volcánicas*. México: Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Facultad de Biología. 43p.

Westen, C. (s.f.). *Modelamiento de erosión en depósitos de flujos piroclásticos en el volcán Mount Pinatubo, Filipinas*. Netherlands: International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation.

Williams, T. (1977). *Flora of Guatemala*. Vol. 24. Chicago, EE.UU: Museum of Natural History.

ANEXOS

1. Resumen para publicar

RELACIÓN DEL SUSTRATO Y ALTITUD EN LA DIVERSIDAD VEGETAL ENCONTRADA A PARTIR DE LA DEPOSICIÓN DE MATERIAL VOLCÁNICO EN EL PARQUE NACIONAL VOLCÁN PACAYA

Echeverria, Paula¹, Jiménez, Jorge².

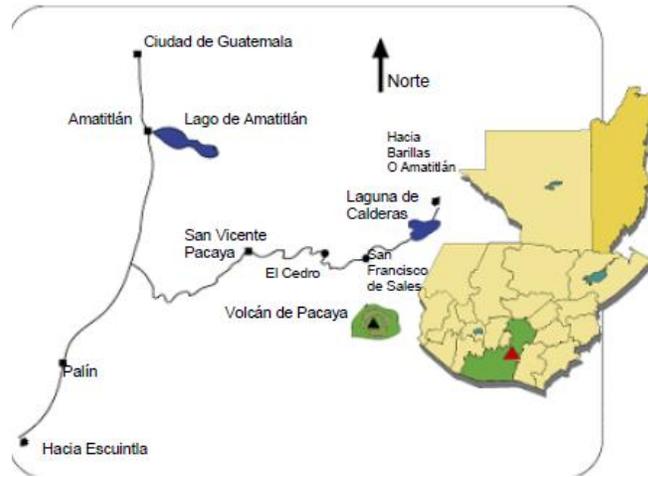
¹Programa Experiencia Docente con la Comunidad EDC, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, USAC, ²Herbario USCG, USAC. tu.arenitapau@hotmail.com

Palabras clave: vegetación, río de lava, sustrato, volcán Pacaya.

Resumen

La investigación realizada tiene como objetivo principal contribuir al conocimiento de la diversidad vegetal encontrada a partir de la deposición de material volcánico en el Parque Nacional Volcán Pacaya, analizando la posible relación que existe entre el sustrato y altitud en la diversidad vegetal. Para el volcán Pacaya se tiene el registro más reciente de actividad volcánica en el año 2010. Sin embargo, no se tienen estudios a cerca de los daños ocasionados a las comunidades vegetales de esta área. Por lo tanto se tiene la oportunidad de estudiar la colonización y sucesión primaria de la vegetación que nace en remanentes de ríos de lava. Y así a determinar la relación de los factores que determinan la diversidad vegetal del área. Para obtener los datos se realizó una colecta manual. Colectando la vegetación de 52 puntos en parcelas de 1m². Se determinaron las especies de la vegetación colectada y se realizaron análisis de dominancia de Simpson y de equidad de Shannon-Wiener, histogramas, pruebas canónicas, de correlación y pruebas para reconocer un patrón espacial. Según los resultados un tipo de líquen es el más abundante, junto con el musgo *Funaria hygrometrica*. Se encontró que la altitud se relaciona con la diversidad vegetal, pero el sustrato no lo hace. En el análisis del sustrato, el suelo es homogéneo a lo largo del área muestreada. Por lo tanto la diversidad vegetal es baja debido a ser pionera en la sucesión vegetal del área y se encuentra relacionada con la altitud por un patrón espacial. En la actualidad todo el sitio se encuentra en un estado alarmante de degradación ecológica, lo que hace imperativo una acción inmediata para su conservación apoyada en investigación. Se recomienda un seguimiento para evidenciar la sucesión vegetal a lo largo del tiempo y acciones de manejo y conservación como por ejemplo, tomar en cuenta la sucesión vegetal para la conservación de las comunidades vegetales del área. Además, la creación y señalización de senderos específicos para guiar a los turistas por el recorrido. Y la utilización de plantas fijadoras de nitrógeno en la reforestación para estimular la tasa de crecimiento de las plantas

2. Figuras y fotografías



(Evans, 2006, p19).

Figura 1: Localización geográfica del Parque Nacional Volcán Pacaya

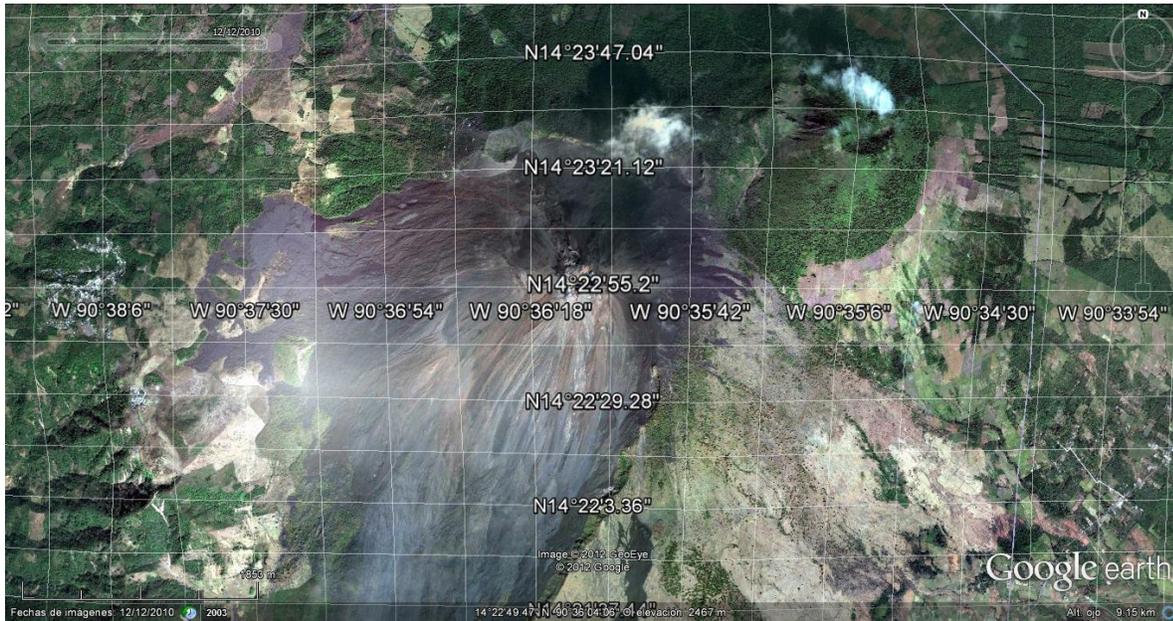


Figura No. 1.1: Vista satelital del Volcán Pacaya



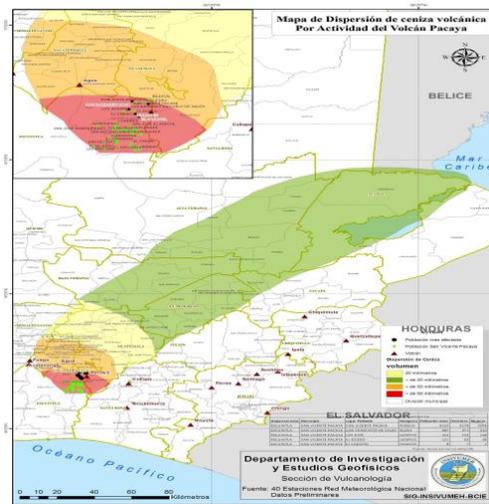
(INSIVUMEH, 2010, p.1).

Figura No. 2: Volcán Pacaya erupción año 2006



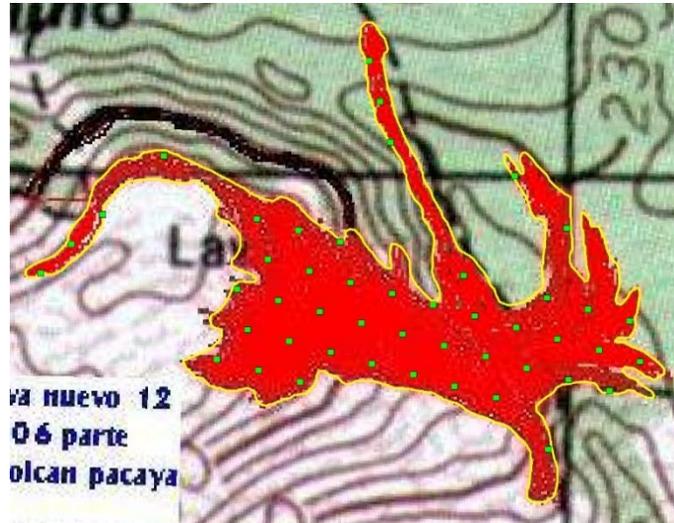
(INSIVUMEH, 2010, p.1).

Figura No. 3: Vegetación erupción año 2010



(INSIVUMEH, 2010, p.1).

Figura No. 4 : Dispersión de ceniza erupción del 27 y 28 de mayo 2010



Jiménez, J. 2012.

Figura 5: Distribución de puntos de muestreo

PARCELA No.:				
Fecha: _____	Altitud (m):	Coordenadas: N O	Exposición:	Pendiente:
Hora: _____				
Tamaño del grano de sustrato:	Fino	Medio	Grande	Muestra
ESPECIES DE MUSGOS				
1		3		
2		4		
ESPECIES DE LIQUENES				
1		3		
2		4		
OTRAS ESPECIES DE PLANTAS				
1		3		
2		4		

Echeverria, P. 2012.

Figura 6: Boleta de campo

Fotografía 1: Río de lava en la actualidad (lava visitada al norte del cono)



Echeverria, P. 2012.

Fotografía 2: Parcela de un metro cuadrado, dividida en 25 cuadrantes



Echeverria, P. 2012.

Fotografía 3 a 18: Algunas de las especies identificadas



Fuchsia michoacanaensis Sessé & Mocino



Rhynchelytrum repens Willd.



Erigeron pacayensis Greem.



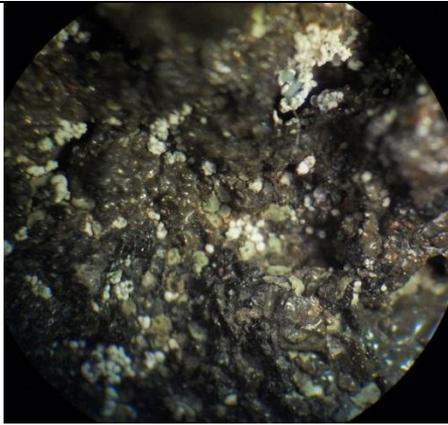
Phytolacca rivinoides Kunth & Bouché



Zeugites mexicana var. *Mexicana kunth.*



Funaria hygrometrica Hedw.



Liquen sp. 1



Conyza canadensis L.



Hemichaena fruticosa Benth



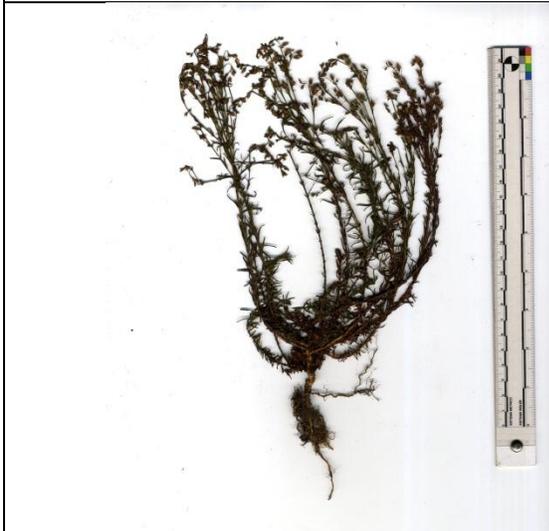
Poaceae sp. 1



Melampodium sp. 1



Gnaphalium greenmanii S.F. Blake.



Hypericum oliginosum HBK.



Mielichhoferia agentifolia Mitt



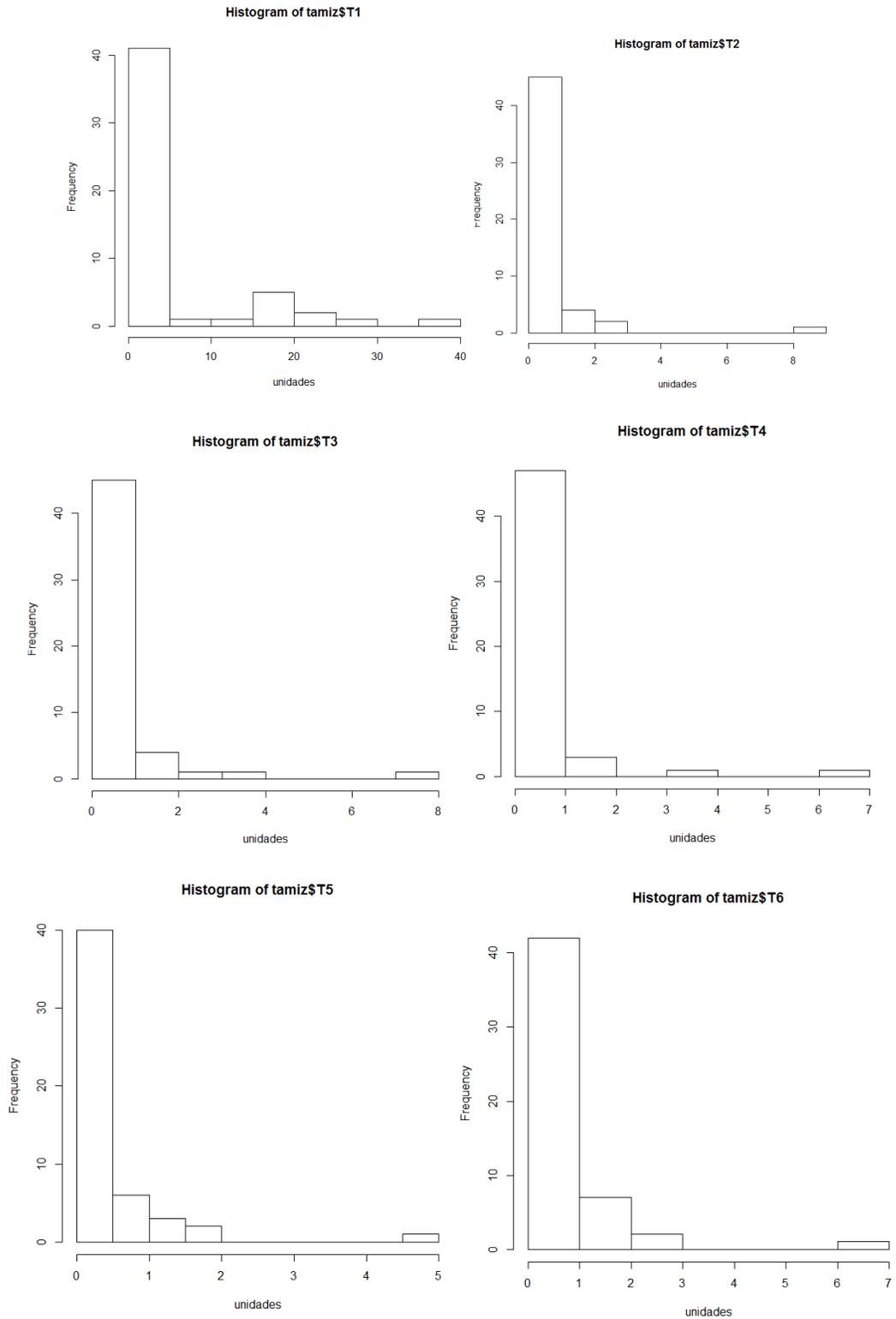
Bryoerythrophyllum jamesonii Tayl



Bryum pallescens Schleich

Echeverria, P. 2012.

3. **Gráfica 7:** histograma de cada uno de los 6 tamices utilizados para el sustrato



Fuente: datos colectados 2012