

**UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



TESIS DE GRADO

Previo la obtención de:
INGENIERO AMBIENTAL

**“ESTUDIO DE LA REGENERACIÓN VEGETAL, A DIFERENTE
ESCALA TEMPORAL DEL VOLCÁN REVENTADOR EN EL
CANTÓN CHACO, PROVINCIA DEL NAPO”**

Autor:
Ninger Félix Grefa Andi

Tutor:
Dr. C. Pablo Lozano, PhD.

24 DE NOVIEMBRE DEL 2014

PUYO - PASTAZA - ECUADOR

**ESTA TESIS FUE REVISADA Y APROBADA POR EL SIGUIENTE
TRIBUNAL DE GRADO**

Dr. C. David Neill, PhD.

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Dra. C. Laura Salazar, PhD.

VOCAL DEL TRIBUNAL

Dr. C. Diego Gutiérrez, PhD.

VOCAL DEL TRIBUNAL

RESPONSABILIDAD

Ninger Félix Grefa Andi, declara bajo juramento que el contenido de esta Tesis de Grado es de su autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y que ha consultado y anotado las referencias bibliográficas que se incluyen en el documento, acorde a las normas establecidas en la “Revista Científica Ciencia y Tecnología” de la UEA.

Es derecho de la Universidad Estatal Amazónica el uso del Presente documento de investigación

Ninger Félix Grefa Andi

DEDICATORIA

A mis padres Marcos Grefa y Margarita Andi, quien con su paciencia y esfuerzo lograron incentivar me para poder cumplir y llegar con éxito a la meta, por ende siempre serán los mejores motivadores e impulsadores en la realización de cada uno de mis actos.

A mis hermanos/as Oscar, Judith, Gladys, Marco y Omar quienes han compartido junto a mi cada etapa de mi vida, y un día también lograrán sus metas.

En especial dedico esta tesis a mi hermano quien anhelaba ver llegar este día tan especial de culminar mi meta con éxito, pero te adelantaste a la eternidad, pero sé que desde el cielo estas guiando y apoyándome en cada uno de mis actos como siempre lo has hecho, Dios lo tenga en su gloria siempre te recordare mi hermano
Edwin Lenin Grefa A.

Félix Grefa

AGRADECIMIENTO

A Dios por cuidarme de mi salud, para no caerme en todo los actos que he emprendido hasta llegar a mi meta.

A mi papá, a mi mamá y mis hermanos/as porque con sus ejemplo y apoyo incondicional en las buenas y malas me motivaron a cumplir mi meta con éxito.

A la UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA, por darme la oportunidad de estudiar y ser un profesional con éxito, en especial a mis profesores de la escuela de Ingeniería Ambiental quienes con su aporte de conocimiento, experiencia y paciencia como buen maestros supieron inculcar en mí, el anhelo de superación.

A la Dirección de Investigación de la Universidad Estatal Amazónica, por el aporte económico.

Al herbario QCNE del Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales por facilitar la identificación de las muestras vegetales. Al Ministerio del Ambiente de la provincia de Napo, por facilitar el acceso y la colaboración prestada en el desarrollo de la fase de campo en el PNCC, sector volcán Reventador.

Un especial agradecimiento al Dr. Pablo Lozano Ph.D., por su esfuerzo y dedicación, quien con sus conocimientos, experiencia, motivación y su incondicional ayuda hizo posible la culminación de mi tesis de grado con éxito, también a mi amigo Jhon Yangora y mi hermano Omar Grefa quienes estuvieron apoyándome siempre en el trabajo de campo.

A toda mi familia de parte de mi mamá y las personas que de una u otra forma contribuyeron con un granito de arena para llegar a la meta tan ansiada.

Félix Grefa

CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN	12
1.1	OBJETIVO GENERAL	14
1.1.1	Objetivos específicos	14
1.2	HIPÓTESIS GENERAL	14
1.2.1	Hipótesis específicas	14
2	REVISIÓN DE LITERATURA	15
2.1	INFLUENCIA DE SUCESIÓN PRIMARIA DESPUÉS DE UNA ERUPCIÓN VOLCÁNICA	15
2.2	CARACTERIZACIÓN DE LAS SUCESIONES	15
2.2.1	Sucesiones ecológicas	15
2.2.2	Modelos de sucesiones	16
2.2.3	Funcionamiento en las sucesiones	18
2.2.4	Mecanismos sucesionales	20
2.2.5	Sucesiones primarias	21
2.2.6	Sucesiones ecológicas en la diversidad de paisajes	24
3	MATERIALES Y MÉTODOS	25
3.1	LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO	25
3.1.1	Localización de la investigación	25
3.1.2	Duración del proyecto	27
3.1.3	Accesibilidad	27
3.2	CONDICIONES METEREOLÓGICAS	29
3.2.1	Factores biofísicos	29
3.2.2	Historia de erupción del volcán Reventador	30
3.2.3	Geología del volcán Reventador	33
3.2.4	Peligros asociados con el volcán	34
3.3	MATERIALES Y EQUIPOS	34
3.4	FACTORES DE ESTUDIO	35
3.4.1	Tipos de regeneración.	35
3.4.2	Estudio de comunidades vegetales y flora.	35
3.5	DISEÑO EXPERIMENTAL	35
3.5.1	Medición de parcelas	35
3.5.2	Inventario florístico en la caldera del volcán Reventador.	36
3.6	MEDICIONES EXPERIMENTALES	37
3.7	MANEJO DEL EXPERIMENTO	38
3.7.1	Análisis de datos estadísticos	38
3.7.2	Trabajo de herbario y análisis	38
3.7.3	Análisis el estado de conservación según los criterios de UICN (Unión Internacional de la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales)	40
3.8	ANÁLISIS ECONÓMICO	41
4	RESULTADOS EXPERIMENTALES	42

4.1	ANÁLISIS TWINSpan	42
4.2	DIVERSIDAD Y RIQUEZA FLORÍSTICA EN EL INTERIOR DE LA CALDERA DEL VOLCÁN REVENTADOR	55
4.2.1	Composición florística.	55
4.2.2	Diversidad relativa por familias.	55
4.2.3	Diversidad relativa por género	56
4.3	DISTRIBUCIÓN DE ESPECIES DENTRO DE LA CALDERA DEL VOLCÁN REVENTADOR	56
4.4	DESCRIPCIÓN DE LAS ESPECIES MÁS RELEVANTES DE LA FLORA DEL INTERIOR DE LA CALDERA DEL VOLCÁN REVENTADOR	57
4.5	REGENERACIÓN NATURAL	62
4.6	ESTRUCTURA DE LA VEGETACIÓN	63
4.7	IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE TIPO DE VEGETACIÓN	63
4.8	ENDEMISMO EN EL INTERIOR DE LA CALDERA DEL VOLCÁN REVENTADOR	65
5	DISCUSIÓN	71
6	CONCLUSIÓN	76
7	RECOMENDACIONES	78
8	RESUMEN	79
9	SUMARY	81
10	BIBLIOGRAFÍA	83
11	APÉNDICES	87

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Componentes de un régimen de perturbación en sucesos grandes, infrecuentes y de gran intensidad. Fuente: Turner <i>et al</i> (1998).....	23
Tabla 2. Materiales usados en la investigación.	34
Tabla 3. Equipos usados en la investigación.	34
Tabla 4. Valores de abundancia – cobertura según escala de Braun-Blanquet	36
Tabla 5. Determinación de especies endémicas.	40
Tabla 6. Análisis económico de la investigación reflejada en la tabla.	41
Tabla 7. Diversidad relativa (DiR) y riqueza florística de la especie más dominante de la comunidad I.....	45
Tabla 8. Diversidad relativa (DiR) y riqueza florística de la comunidad vegetal II.....	48
Tabla 9. Diversidad relativa (DiR) y Riqueza florística y de la asociación I y II.	50
Tabla 10. Diversidad relativa (DiR) y riqueza florística de la asociación vegetal III y IV.	52
Tabla 11. Diversidad relativa (DiR) y riqueza florística más dominante de la asociación V y VI.....	54
Tabla 12. Diversidad relativa (DiR), por familias y riqueza de especies	55
Tabla 13. Diversidad relativa por géneros y riqueza de especies.	56
Tabla 14. Especies endémicas del Ecuador registradas en el interior de la caldera del volcán Reventador localizado en PNCC y analizada según el criterio de UICN del Libro Rojo de Plantas Endémicas del Ecuador (Valencia <i>et al.</i> , 2000).	66

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del volcán Reventador. Imagen A tomado de ECOLAP y MAE 2007, Imagen B del autor de Tesis Grefa F.....	27
Figura 2. Ascenso al volcán Reventador. (A) Inicio del ascenso, (B) límite sur del PNCC, (C) llegada a la caldera. Personajes que aparecen en la imagen: Félix Grefa, Omar Grefa, Jhon Yangora.	29
Figura 3. En esta imagen se observa estado activo del volcán Reventador 2014	31
Figura 4. Parcelas temporales establecidas en el interior de la caldera.	36
Figura 5. (A) Toma de datos ambientales, (B, C y D) colección general de muestras vegetales.	37
Figura 6. Trabajo de herbario realizado en cuatro procesos: (A y B) codificado, prensado y secado de especímenes en el herbario de ECUAMZ. (C) Identificación de especímenes en el herbario del QCNE. (D) trabajo de oficina en limpieza de datos.....	39
Figura 7. Dendrograma de la agrupación de las 25 parcelas con sus respectivos eigenvalores para cada división, y el análisis multivariado de acuerdo a los rangos altitudinales con el programa Twinspan.	42
Figura 8. Vista general de la comunidad I, la imagen de izquierda representa población de la familia Ericaceae, imagen derecha poblada de arbustos y rocas con líquenes.	43
Figura 9. Especies que registran una regeneración mayor según la escala de BraunBlanquet (1979). En la figura presenta las cinco especies con mayores coberturas, explicadas en porcentajes de su dominio y cobertura presentes en la comunidad I.	44
Figura 10. Vista general de la comunidad II, formado por paisajes desérticos de erupción reciente con gran cantidad de rocas y sobre ella predomina líquenes, musgos, helechos y algunas Orquídeas y Ericaceae.....	46
Figura 11. Especies que registran una regeneración mayor según la escala de BraunBlanquet (1979). En la figura presenta las cinco especies con mayores coberturas, explicadas en porcentajes de su dominio y cobertura presentes en la comunidad II.....	47
Figura 12. Vista general de la asociación vegetal I y II, presencia de musgos y herbáceas representativas de Gunnera, helechos y algunas Asteraceae.....	48
Figura 13. Especies que registran una regeneración mayor según la escala de BraunBlanquet (1979). En la figura presenta las seis especies con mayores coberturas, explicadas en porcentajes de su dominio y cobertura presentes en la asociación vegetal I y II.....	49
Figura 14. Vista general de la asociación vegetal III y IV, formada por arbustivos altos es una zona de erupción antigua, con regeneración natural avanzada.	50

Figura 15. Especies que registran una regeneración mayor según la escala de BraunBlanquet (1979). En la figura presenta las cinco especies con mayores coberturas, explicadas en porcentajes de su dominio y cobertura presentes en la asociación vegetal III y IV.....	51
Figura 16. Vista general de la asociación vegetal V y VI, formado por estrato arbustivo bajo en ella predomina la familia Ericaceae y sobresalen algunas orquídeas.	53
Figura 17. Especies que registran una regeneración mayor según la escala de BraunBlanquet (1979). En la figura presenta las siete especies con mayores coberturas, explicadas en porcentajes de su dominio y cobertura presentes en la asociación vegetal V y VI.....	54
Figura 18. Distribución y número de individuos en relación a la altitud dentro de la caldera el volcán Reventador.	57
Figura 19. Especies de mayor peso ecológico según escala de Brau Blanquet (1979) agrupados por estratos que fueron identificados dentro de la caldera del volcán Reventador.	65
Figura 20. Número de especies endémicas por familias encontradas en la caldera.	66

ÍNDICE DEL APÉNDICE

Tabla 1. Listado de especies vegetales identificadas en la caldera del volcán Reventador. Se indican las comunidades y asociaciones a las que pertenecen según el análisis Twinspan.	87
Tabla 2. Listado de especies vegetales endémicas identificadas de la caldera del volcán Reventador	91
Tabla 3. Ubicación geográfica de las 25 parcelas investigadas	91
Tabla 4. Matriz del análisis Twinspan	92
Tabla 5. Cálculo de la diversidad relativa (DiR) por familias	101
Tabla 6. Cálculo de la diversidad relativa (DiR) por géneros	102
Tabla 7. Riqueza florística y diversidad relativa (DiR) de la comunidad I	104
Tabla 8. Riqueza florística y diversidad relativa (DiR) de la comunidad II	105
Tabla 9. Riqueza florística y diversidad relativa (DiR) de la asociación I y II	106
Tabla 10. Riqueza florística y diversidad relativa (DiR) de la asociación III y IV	107
Tabla 11. Riqueza florística y diversidad relativa (DiR) de la asociación V y VI	108
Tabla 12. Hoja de campo, utilizada en el levantamiento de los datos florísticos dentro de la caldera del volcán Reventador	109

1 INTRODUCCIÓN

Perturbación es un evento relativamente discreto en tiempo y espacio, que altera la estructura de poblaciones, comunidades y ecosistemas (Walker y del Moral, 2003). Puede alterar la densidad, biomasa o la distribución espacial de la biota, afectar la disponibilidad de recursos y producir cambios en el ambiente físico. Las erupciones volcánicas presentan una de las perturbaciones más severas sobre la tierra (Walker y del Moral, 2003). De los 3.000 volcanes que se consideran activos en el mundo, entre 60 y 70 se encuentran en erupción al menos una vez al año, afectando directamente 500 millones de personas. En los andes ecuatorianos existen tres volcanes activos Tungurahua, Reventador y Sangay, siendo el Reventador el segundo más activo en erupciones que está ubicado al nororiente de los andes, dando paso a la amazonia Ecuatoriana. Las perturbaciones naturales por el efecto de la actividad volcánica, a menudo son consideradas como factores negativos que afectan la vegetación en dichas áreas.

La actividad volcánica ofrece al fitogeógrafo, al ecólogo y al estudiante en formación; la ocasión de estudiar la sucesión vegetal primaria de secuencia catastrófica cíclica. Es decir, observar el poblamiento de espacios vacíos, vírgenes de vegetación y seguir su evolución en los diversos estados del proceso de sucesión (Vargas, 1985). La secuencia catastrófica volcánica trae como consecuencia el depósito de lavas de diferentes tipos (andesíticas, basálticas) en diversos períodos históricos. Los estudios de sucesión vegetal primaria en la zona tropical son escasos. Penzing (1902) realizó una descripción de la conquista vegetal de las lavas del volcán Krakatoa (Java) y Robyns (1932) para el volcán Rumoka, Africa Oriental. Skotberg (1941) estudió la dinámica de la vegetación sobre las lavas de la isla Hawai. Beard (1945) la analizó en el volcán La Soufriere, de la isla San Vicente en las Antillas Menores y Eggler (1959) lo realizó para los volcanes Paracutín y Jorullo en México. Ninguno de los anteriores se interesó por establecer una relación y comparación de la vegetación pionera que conquista las lavas, con respecto a las comunidades que se encuentran en las lavas depositadas con anterioridad y por lo tanto ocupan estados más avanzados en la dinámica de la sucesión. La edad de los depósitos y la evolución pedogenética tienen una gran influencia en la sucesión, por lo

tanto, en la fisonomía, y en la distribución espacial de las diferentes comunidades sucesionales.

También en este proceso interviene el fuego como un factor natural, que tiene una influencia importante en la productividad biológica y composición de la vegetación (Iniguez *et al.*, 2008). Después de los incendios se crean espacios abiertos por la eliminación de la vegetación, los cuales favorecen la germinación y rebrote de individuos de especies pre-existentes o presentes en el banco de semillas del suelo (Calvo *et al.*, 2008; Vidal y Reif, 2011). En muchos ecosistemas boscosos los incendios forestales son vitales para la renovación y rejuvenecimiento de sus elementos vegetales (Rodríguez, 2008). Además de estos efectos directos del fuego sobre la vegetación de un ecosistema, existen otras consecuencias de los incendios forestales sobre diferentes componentes y procesos ecológicos de los mismos. Es factible que estos efectos determinen los procesos sucesionales post-incendio y en consecuencia, condicionen la estructura vegetal de las comunidades resultantes. En la mayoría de los casos, las tormentas eléctricas y erupciones volcánicas son las causas naturales más frecuentes de los incendios forestales en el mundo (Villarreal y Yool, 2008). Aunque en la actualidad se ve implicado la intervención antrópica.

La capacidad de algunas especies para rebrotar después de un incendio forestal depende de la intensidad y frecuencia de los incendios, edad, forma de vida o hábito de crecimiento y modificación de sus raíces. La edad de las plantas influye en el comportamiento posterior de la vegetación; las más viejas y vigorosas soportan los incendios y por lo tanto tienen mayor posibilidad de rebrotar. También soportan los incendios y luego rebrotan las especies de arbustos, subarbustos leñosos cuyas raíces leñosas alcanzan considerable profundidad que les permite resguardarse de la acción del fuego (Aguirre, 2001).

Con el presente estudio se pretende enfocar el efecto de dichas perturbaciones como el factor que determina la variación en los patrones de comunidades vegetales que generan paisajes heterogéneos de sucesión temprana, y así lograr su representatividad ecológica en el sistema de áreas protegidas, especialmente en el Parque Nacional Cayambe-Coca (PNCC), volcán Reventador.

Por lo tanto se considera importante el presente estudio pionero porque no existen estudios de sucesiones e investigaciones de la ecología de esta región y adicionalmente tampoco existen registros florísticos de la taxa nativa específicas de la cadera del volcán reventador, siendo sin duda un proyecto innovador que permitirá por primera vez registrar la flora e identificar ecológicamente las formaciones de sucesiones vegetales existentes, generando así información útil para la ciencia y los tomadores de decisiones políticas que fundamentarán sus discursos y acciones resguardando con mayor criterio estas áreas naturales antes no estudiadas.

1.1 OBJETIVO GENERAL

Contribuir al conocimiento del desarrollo de sucesión vegetal originado a partir de la erupción volcánica en el volcán reventador.

1.1.1 Objetivos específicos

- Evaluar el estado de la vegetación en términos de estructura, composición y diversidad, en sitios de diferentes edades de sucesión vegetal impactada por actividad volcánica en la caldera del volcán Reventador.
- Identificar las características biofísicas y sus interrelaciones en la conformación de la dinámica sucesional.
- Describir y analizar la sucesión vegetal de influencia del bosque sobre materiales volcánicos recientes, identificando los principales grupos taxonómicos que influyen a diferente estado de sucesión.

1.2 HIPÓTESIS GENERAL

La presencia de diferentes grupos florísticos determinan los estados de sucesión primaria y secundaria en la dinámica de regeneración vegetal en zonas influenciadas por efectos naturales de lava volcánica.

1.2.1 Hipótesis específicas

- La regeneración vegetal a diferentes edades define la existencia de patrones florísticos de adaptabilidad a diferentes etapas de regeneración.

- En áreas de regeneración de zonas aisladas poseen mayor endemismo.

2 REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 INFLUENCIA DE SUCESIÓN PRIMARIA DESPUÉS DE UNA ERUPCIÓN VOLCÁNICA

No hay un modelo global para la sucesión de la vegetación después de la actividad volcánica, porque los volcanes activos cubren una diversidad geográfica grande, tienen variaciones en magnitud y varían en la recuperación (del Moral y Grishin, 1999). La rapidez con la que un sistema se puede recuperar depende del clima, del sustrato, y de los factores del paisaje. Normalmente los impactos de los volcanes son tan intensos que el desarrollo de un ecosistema empieza en un sustrato abiótico.

De acuerdo a (Clarkson, 1990), la definición de sucesión primaria se refiere al momento en el que la formación de una comunidad comienza en una superficie que nunca ha apoyado la vegetación, y la sucesión secundaria es cuando algunas plantas o parte del suelo ha sobrevivido un disturbio. Por eso la sucesión primaria es asociada con la lava, flujos piro clásticos, lahares, avalanchas y flujos de escombros. Mientras que la sucesión secundaria está asociada a pequeñas caídas de ceniza, algunas lahares y escasa tefra cuando algo de la biota o suelo sobrevive (del Moral y Grishin, 1999).

2.2 CARACTERIZACIÓN DE LAS SUCESIONES

2.2.1 Sucesiones ecológicas

El término sucesión frecuentemente es utilizado para describir cambios en diferentes tipos de vegetación en escalas temporales y espaciales. En los sitios con poblaciones forestales, la sucesión es definida como el cambio directo con el tiempo de la composición de especies y fisionomía vegetal de un sitio en el cual el clima permanece efectivamente constante (Finegan, 1984). Whittaker (1970) define una sucesión como el proceso de desarrollo de una comunidad, causado en diferentes grados, fuera y dentro de dicha comunidad. Muchas sucesiones implican ambas causas y sus recíprocas influencias. Varias tendencias o desarrollos progresivos implícitos se deben a procesos sucesionales. Huston y Smith (1987) definen una sucesión como un cambio secuencial

en las abundancias relativas de las especies dominantes en una comunidad (con base en la biomasa). El cambio secuencial implica que las especies, o un grupo de especies, una vez dominantes, no volverán a serlo a menos que una perturbación u otro cambio ambiental intervengan. Gleason (citado por Pickett *et al.*, 1987) mantiene que una sucesión es un proceso de reemplazo individual, un cambio en función del individuo. Los cambios sucesionales son principalmente demográficos, y tienen relaciones complejas en el ambiente biótico y físico. Estos procesos tienen resultados significativos en la estructura y función a nivel de comunidad y ecosistema. Wiegleb y Felinks (2001) definen una sucesión como un cambio secuencial (o direccional) del número de especies, composición y estructura de la comunidad, incluyendo relaciones de dominancia, y tipos de comunidad en un sitio.

La perturbación inicia, dirige y puede detener o redireccionar la sucesión, por lo que se dificulta conocer los patrones de las sucesiones. La amplitud del tema dificulta definirlo de manera precisa aún, a pesar de su relevancia para interpretar el cambio temporal (Walker y del Moral, 2003). Ambos términos interactúan; la perturbación es un evento relativamente discreto en tiempo y espacio, que altera la estructura de una población, comunidad o estructura de un ecosistema. Una perturbación puede alterar la densidad, biomasa o distribución espacial de la biota, afectando de esta manera la disponibilidad de recursos, hecho que puede producir cambios en el ambiente físico. Al igual que la sucesión, las escalas temporales y espaciales de los componentes de interés deben ser definidos. La perturbación es definida por su frecuencia, extensión y magnitud (Walker y del Moral, 2003).

2.2.2 Modelos de sucesiones

La ausencia de una teoría general sobre la sucesión ecológica obstaculiza el logro de un mayor conocimiento en la materia, crea confusión en torno a los conceptos fundamentales de la disciplina, y fomenta el diseño de modelos inadecuados. Un modelo de sucesión es una construcción conceptual para explicar patrones de las sucesiones, combinando varios mecanismos y especificando su interrelación, y las diferentes etapas de estos patrones (Pickett *et al.*, 1987). Para Walker y del Moral (2003) los modelos de sucesiones tentativamente explican trayectorias o eventos pasados y predicen eventos futuros, y son herramientas flexibles que pueden aplicarse a

un ser dado. Hay varias maneras de definir y clasificar los modelos de sucesión, pero su clasificación es arbitraria. El acercamiento más claro es definiendo los parámetros del modelo de interés. Primero se deberán describir verbalmente los modelos que concuerdan con las características de las especies, comunidades o ecosistemas, sin asignar valores a los componentes individualmente. Posteriormente se subdividirán estos modelos verbales en modelos que se enfoquen en cambios sucesionales dirigidos por la interacción de especies (modelos autogénicos) y los que se enfoquen en una combinación de procesos autogénicos y alogénicos (modelos de procesos), para después pasar a la discusión de los modelos matemáticos donde las probabilidades pueden ser asignadas a las variables como cobertura relativa de especies o biomasa, riqueza de especies, tasas de descomposición o distribución espacial de especies. Modelar es por lo tanto, un proceso en el que se trata de encontrar un modelo simplificado del comportamiento observado o el examen de una idea conceptual.

Para Finegan (2004) las causas o mecanismos de la sucesión han sido objeto de controversia desde el nacimiento de la ciencia ecológica. Tal controversia radica en que la duración de cualquier sucesión forestal suma varias vidas humanas, y que la mayoría de sucesiones han sido estudiadas de manera indirecta a través de la comparación de bosques de diferentes edades creciendo sobre el mismo sustrato (método de cronosecuencia). Por lo anterior, los mecanismos de sucesión han sido deducidos y no determinados directamente, a discreción de los prejuicios del deductor. El proceso basado en una interpretación formulada a inicios del siglo XX, conocido como una sucesión de relevo (SR) se fundamenta en que cada comunidad prepara el ambiente y “entrega” el sitio a la siguiente, de manera que las especies presentes no podían regenerarse y la regeneración de las especies de la comunidad siguientes era facilitada. Su mecanismo principal era la facilitación, el cambio autogénico (causado por las plantas mismas) del ambiente físico. Dicho modelo se fundamentó principalmente en observaciones de sucesiones primarias en zonas templadas y frías (Finegan, 2004).

Hace aproximadamente 50 años surge una nueva interpretación de la sucesión, la cual descarta el énfasis sobre el cambio ambiental autogénico como mecanismo de facilitación de la sucesión, observándose que a menudo, plántulas de las especies de comunidades sucesionales avanzadas se encuentran creciendo al inicio de la sucesión.

El modelo de sucesión de relevo es entonces reemplazado por el denominado composición florística inicial (CFI), el cual plantea la colonización del sitio al inicio de la sucesión por todas las especies que llegarán a dominar la vegetación en años posteriores. Se desarrolla una sucesión porque un grupo de especies pioneras crece más rápidamente y alcanza la madurez antes de las especies de la etapa siguiente de sucesión, y estas especies, más rápidamente que las especies de la etapa subsiguiente, y así sucesivamente. El modelo se fundamenta en el supuesto de que las especies de una determinada etapa son menos tolerantes que las de la siguiente y no se regeneran bajo su propia sombra, razón por la cual desaparecen del sitio. A la importancia de diferentes grados de tolerancia como mecanismo de sucesión, se agrega la idea de la inhibición. A menudo la radiación solar en el sotobosque de los bosques tropicales es tan deficiente, que el crecimiento de individuos de regeneración es suprimido o inhibido. Es posible que en algunas sucesiones la presencia de los árboles dominantes de una determinada etapa inhiba totalmente el crecimiento de colonizadores de otras especies, y que este efecto se mantenga hasta que la población de dominantes entre en decadencia, provocando la apertura del dosel superior.

De la evaluación de los modelos planteados con anterioridad Finegan (1984) concluye que ninguno explica todos los procesos sucesionales descritos. Señala que los diferentes mecanismos de sucesión (facilitación, inhibición y tolerancia, entre otros) son interdependientes; pueden operar simultánea o sucesivamente, y diferentes factores pueden afectar el mismo árbol en diferentes etapas de su ciclo de vida. La importancia de los diferentes factores que pueden afectar las sucesiones forestales, depende de las condiciones que se presenten en un determinado sitio. Es poco probable que la modificación del suelo por las especies pioneras facilite las sucesiones secundarias sobre suelos maduros no degradados.

2.2.3 Funcionamiento en las sucesiones

La teoría clásica describe el proceso de sucesión como una serie de etapas que convergen en un final o “clímax”, en el cual existe una gran estabilidad. Clements (Walker y del Moral, 2003) propone seis procesos que conducen la sucesión: la nudación o denudación, que consiste en la creación de un área desnuda, migración que consiste en la llegada y establecimiento de propágulos (plantas intactas, rizomas,

esporas, semillas), écesis con el establecimiento de organismos a un sitio, competencia que conlleva la interacción de las especies, y reacción, que es la modificación o cambio en el hábitat, producido por las especies vegetales. La última etapa es la de estabilización o etapa de equilibrio, la cual es el resultado de los cinco anteriores procesos (Walker y del Moral, 2003). Un punto de vista más moderno, considera que los procesos sucesionales operan a diferentes niveles o escalas para un lugar y tiempo dados. El ecosistema es el nivel más amplio, e incluye al clima, la vegetación representativa y la geografía. En una escala menor, el funcionamiento es a nivel de condiciones de sitio y régimen (frecuencia e intensidad) de perturbaciones. A nivel de especies, el funcionamiento sucesional se explica a través de las estrategias de dispersión, regeneración, capacidad de establecimiento y el patrón de desarrollo de cada especie. La dirección y velocidad con que ocurren los cambios en la vegetación en un espacio y tiempo determinados, son producidos y controlados por:

- ▶ Las condiciones climáticas y geográficas de la tierra que generan gran diversidad de paisajes.
- ▶ El régimen de perturbaciones (frecuencia e intensidad) asociado a una región o localidad en particular que genera sustratos para sucesiones primarias y afecta periódicamente la dirección y velocidad del proceso sucesional.
- ▶ El grado de adaptación de los organismos colonizadores a nivel de información genética, longevidad, procesos fisiológicos y estrategias de regeneración, en relación a las condiciones de sitio y el régimen de perturbación.
- ▶ La relación entre biocenosis (seres vivos que coexisten en un lugar determinado, y las relaciones que se establecen entre ellos) y ambiente.
- ▶ La competencia e interacciones entre los organismos.

En sitios perturbados por la actividad volcánica, en interacción con el ambiente y biocenosis, se traducen en sustratos ricos en nutrientes, con mayor contenido de nitrógeno, fósforo y potasio, mayor contenido de humedad, disminución del pH, aumento de carbono y en suelos altamente permeables. Sin embargo, carecen de materia orgánica y algunos minerales no están disponibles en una forma soluble. Estas variaciones pueden ejercer una significativa influencia en los patrones de la sucesión vegetal (Whittaker et al., 1989).

2.2.4 Mecanismos sucesionales

Los mecanismos que afectan la dinámica de la vegetación en el proceso de sucesión pueden ser intra (estrategias de regeneración y, capacidad de colonización, crecimiento y desarrollo), o inter (facilitación, tolerancia e inhibición) específicos. La sucesión implica cambios en la composición de especies, densidad y cobertura de la vegetación, riqueza y diversidad, y normalmente implican un reemplazo gradual y sucesivo de especies, incluyendo las del dosel.

2.2.4.1 Estrategias de regeneración, y capacidad de colonización, crecimiento y desarrollo

La sucesión es una función de las estrategias de regeneración de cada especie. El éxito del proceso para una especie específica, está determinado genéticamente y limitado por las condiciones de sitio. En los árboles dichas estrategias incluyen tolerancia a la sombra, producción y tamaño de semillas, dispersión de las mismas, tasa de crecimiento y longevidad, resistencia a plagas y enfermedades, producción de biomasa, y requerimientos nutricionales. Las condiciones de sitio que regulan la regeneración son la disponibilidad de nutrientes y luz. La colonización de una especie en un ecosistema depende de la cercanía de la especie al sitio, las condiciones de éste, el régimen de perturbación y la eficacia de la especie para colonizarlo (Tilman, 1993).

2.2.4.2 Facilitación, tolerancia e inhibición

Existen vacíos de información acerca de las interacciones iniciales en el proceso de sucesión, específicamente en el subsecuente desarrollo de la vegetación y composición de comunidades vegetales. Entre las interacciones bióticas que ejercen influencia sobre el desarrollo sucesional se pueden mencionar la facilitación, tolerancia e inhibición entre otras. La facilitación puede ocurrir por varios mecanismos, incluyendo los recursos y la modificación del sustrato, y la protección contra organismos herbívoros.

Todas las plantas tienen requerimientos de luz, nutrientes, agua y espacio, los cuales difieren de una especie a otra, y difiere durante la vida de cada especie. En la facilitación las especies de las primeras etapas de la sucesión modifican el ambiente a

favor de las especies de las etapas posteriores, ya sea enriqueciendo el suelo, disminuyendo el estrés del medio o por cambios estructurales. La tolerancia se refiere a situaciones en las que las especies iniciales modifican el medio, pero estos cambios tienen pequeños o ningún efecto en el establecimiento y crecimiento de etapas posteriores. A menudo el término se relaciona con la capacidad de tolerar bajos niveles de recursos. La inhibición es causada por la competencia (nutrientes y luz) por la vegetación residente. Ambas interacciones (facilitación e inhibición) a menudo ocurren de una manera simultánea durante la sucesión, y se presume que el balance de estos procesos es un factor determinante en la composición vegetal subsecuente (Bellingham *et al.*, 2001). La especie inhibidora detiene o disminuye el cambio sucesional, obstaculizando el establecimiento de especies de la siguiente etapa de la sucesión (Walker y del Moral, 2003).

2.2.5 Sucesiones primarias

El término sucesión frecuentemente es utilizado para describir cambios en diferentes tipos de vegetación en escalas temporales y espaciales. En los sitios con poblaciones forestales, la sucesión es definida como el cambio directo con el tiempo de la composición de especies y fisionomía vegetal de un sitio en el cual el clima permanece efectivamente constante (Finegan, 1984). Whittaker (1970) define una sucesión como el proceso de desarrollo de una comunidad, causado en diferentes grados, fuera y dentro de dicha comunidad. Muchas sucesiones implican ambas causas y sus recíprocas influencias. Varias tendencias o desarrollos progresivos implícitos se deben a procesos sucesionales. En el caso de las sucesiones primarias, la vegetación se desarrolla en sustratos recién formados o recién expuestos sin legado biológico y baja fertilidad, especialmente en sustratos bajos en nitrógeno. En una sucesión primaria el legado biológico es reducido o no existe, lo que se traduce en sustratos sin plantas, animales o microbios del suelo sobrevivientes (Elías y Dias, 2004).

En sucesiones primarias las plantas colonizadoras facilitan el crecimiento de otras plantas que se establecen subsecuentemente, mejorando el sustrato durante la colonización por medio de plantas fijadoras de nitrógeno, o mejorando la fertilidad y materia orgánica.

Elías y Díaz (2004) definen una sucesión primaria como el desarrollo de vegetación en sustratos recién formados o recién expuestos sin legado biológico y baja fertilidad, especialmente en sustratos bajos en nitrógeno. La sucesión primaria inicia cuando las plantas, animales y microbios colonizan nuevas superficies. El proceso está influenciado por las condiciones locales, contexto e historia del lugar. La sucesión secundaria inicia cuando un legado biológico continúa a una perturbación inicial. La sucesión primaria no es fácil de diferenciar de la secundaria, pero son puntos en un continuum para el desarrollo de un ecosistema en sustratos estériles (lava) o sustratos casi estériles (morrenas glaciares) que evolucionan en suelos bien establecidos, seguidos en muchos casos por el fuego y claros en el bosque (aprovechamiento o conversión a agricultura).

Una sucesión autogénica ocurre cuando el mecanismo que conduce el cambio en las especies se deriva de un organismo dentro de la comunidad (pe competencia). La sucesión alogénica ocurre cuando factores abióticos (generalmente fuera del sistema) conducen el cambio en la especie (pe sedimentos de un deslave, deposición de ceniza volcánica). El cambio en las especies en las primeras etapas de la sucesión primaria se debe principalmente a mecanismos alogénicos, pero internos, los mecanismos autogénicos adquieren importancia en la medida que la sucesión avanza (Walker y del Moral, 2003).

Los eventos de perturbación varían en intensidad, tamaño y frecuencia. Los procesos sucesionales que ocurren después de una perturbación poco frecuente difieren con los de las perturbaciones de mayor magnitud en cuanto a la variabilidad espacial, pues a menudo conducen hacia modelos sucesionales heterogéneos de los organismos sobrevivientes. Estos organismos dan la pauta de muchos de los modelos sucesionales iniciales en grandes perturbaciones, en donde las oportunidades de dispersión de las semillas en medio de la perturbación, son limitadas. Las definiciones de los componentes de un régimen de perturbación y de gran intensidad se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Componentes de un régimen de perturbación en sucesos grandes, infrecuentes y de gran intensidad. Fuente: Turner *et al* (1998).

TÉRMINO	DEFINICIÓN
Frecuencia	Promedio de eventos en un período de tiempo, o fracción de eventos por año; el tiempo intermedio entre perturbaciones se obtiene de la frecuencia inversa.
Tamaño	Área perturbada, que puede expresarse como área media por evento.
Intensidad	Energía física del evento por área por tiempo (pe el calor liberado por área por un período de tiempo provocado por el fuego, o velocidad del viento en tormentas); características de la perturbación, más que el efecto ecológico.
Severidad	Efecto del evento de la perturbación en el organismo, comunidad o ecosistema; estrechamente relacionado con la intensidad, pues las perturbaciones más intensas generalmente son más severas.
Residuos	Organismos o propágulos que sobreviven al evento de las perturbaciones; también se refiere al legado biológico. Los residuos son medidos por su severidad, de la misma manera (al menos en una perturbación) que un índice de intensidad.

Las erupciones volcánicas están estrechamente ligadas al concepto de perturbación, ya sea creando nuevos paisajes e iniciando procesos de sucesiones primarias, o alterando las existentes por medio de caídas de arena, materiales piroclásticos u otros materiales. El resultado final del proceso de recuperación, regeneración es predecible (Paine *et al.*, 1998). Este tipo de fenómeno natural es uno de los que causan mayores perturbaciones, o perturbaciones extremas sobre la tierra. Estas se extienden por todo el mundo generalmente, pero no están exclusivamente asociadas con las zonas de subducción de la corteza terrestre. De los 3.000 volcanes que se consideran activos, entre 60 y 70 erupcionan anualmente, afectando directamente 500 millones de personas. Las superficies volcánicas son tan extremas porque inician con una ausencia absoluta de nitrógeno o materia orgánica. Sin embargo, muchos otros minerales como calcio, hierro, manganeso, potasio y fósforo están presentes, los cuales con adiciones adecuadas de nitrógeno, fósforo y humedad, pueden desarrollar suelos ricos en nutrientes (Walker y del Moral, 2003).

Existen estudios de perturbaciones devastadoras provocadas por incendios, huracanes, tornados, erupciones volcánicas e inundaciones, en términos de los procesos físicos que

involucran, el daño de los modelos que crean en paisajes con cobertura forestal, y los impactos potenciales que estos modelos causan en el desarrollo forestal subsecuente.

El modelo del paisaje resultante está controlado por las interacciones entre la perturbación específica, el ambiente abiótico (especialmente la topografía), la composición y estructura de la vegetación existente al momento de la perturbación. Las diferentes naturalezas de estas interacciones ocasionan modelos espaciales y temporales diferentes, y demandan que los ecologistas aumenten el conocimiento de las características físicas de los procesos de perturbación (Foster *et al.*, 1998). Los incendios e inundaciones pueden ocurrir durante períodos prolongados de tiempo, mientras que las erupciones volcánicas y eventos provocados por el viento a menudo tienen duraciones de pocas horas o días. Los tornados e inundaciones producen modelos lineales con picos, pero los incendios, erupciones volcánicas y huracanes pueden afectar áreas más amplias, a menudo con transiciones graduales de intensidad de perturbación. En todos los casos, la evidencia sugiere que las grandes perturbaciones infrecuentes generan legados duraderos en la estructura física y biológica que influencia los procesos ecosistémicos por décadas o siglos (Foster *et al.*, 1998).

2.2.6 Sucesiones ecológicas en la diversidad de paisajes

Los factores que mantienen la biodiversidad en un hábitat son similares a los que conducen las dinámicas sucesionales. Las perturbaciones que provocan sucesiones producen grandes impactos en la biodiversidad. El número de especies que coexisten en un hábitat depende del número de especies que tienen disyuntivas apropiadas respecto a las condiciones ambientales específicas de dicho hábitat (Tilman, 1993).

En paisajes fragmentados la falta de propágulos puede reducir la tasa de recuperación del bosque, y puede resultar en paisajes dominados por una vegetación de escasa diversidad o una regresión a las primeras etapas de sucesión. La colonización puede estar potencialmente limitada por la escasez de semilla, ocasionada por limitaciones de polen en poblaciones vegetales de baja densidad, grandes distancias a las fuentes semilleras, ausencia de organismos o sitios dispersores de semilla, o una tasa alta de mortalidad después de la dispersión. Estas limitaciones en el proceso de colonización vegetal pueden determinar potencialmente la composición de especies, los tipos de

desarrollo vegetativo, y diferentes procesos en los ecosistemas (Mc. Clanahan y Wolfe, 1993).

Las limitaciones en el reclutamiento y colonización son muy importantes en paisajes fragmentados en los cuales los parches de bosque son pequeños, las distancias hacia las fuentes semilleros son largas, y el banco de semillas es inexistente, como en el caso de las sucesiones primarias. La información biológica (biodiversidad) es la causa principal de la sucesión ecológica y su dispersión vincula la dependencia espacial, mientras que su introducción y desarrollo son procesos temporalmente dependientes (Mc. Clanahan y Wolfe, 1993).

La reducción de hábitats apropiados o convenientes genera paisajes heterogéneos compuestos por parches de hábitat de diferentes calidades que encajan en matrices hostiles. Usualmente este proceso resulta en la pérdida de hábitat y efectos de fragmentación, y consecuentemente en pérdida de hábitats originales, lo que se traduce en cambios en la composición del paisaje. Dichos cambios causan una pérdida de individuos y efectos de fragmentación como efectos adicionales resultantes de la composición del hábitat (Wiegand *et al.*, 2005). Se presume que varios factores contribuyen a la coexistencia de especies y en mantener una “historia” de diversidad en comunidades vegetales. Esto incluye la especialización en requerimientos de regeneración y las interacciones bióticas entre especies (Dalling y Hubbell, 2002).

3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO

3.1.1 Localización de la investigación

La Reserva Ecológica Cayambe Coca, forma parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador. Fue establecido como Reserva Ecológica mediante Decreto Supremo N°. 818 de Noviembre 17 de 1970 y R.O. N°. 104, a partir del año 2010 se elevó a la categoría del PARQUE NACIONAL CAYAMBE COCA para poder dar una mejor intervención a cumplir objetivos primordiales para el uso y manejo del PNCC. El parque tiene una extensión de 403.103 ha. (Acuerdo Ministerial 105, MAE 30 junio 2010).

El área protegida se encuentra localizada al Noreste del país, su superficie protege ecosistemas propios de las estribaciones de la Cordillera Oriental de Los Andes y de las llanuras del Pie de Monte subandino y amazónico. Ocupa parte de las provincias de Imbabura, Napo, Pichincha y Sucumbíos.

Es considerada como el área de mayor diversidad de flora y fauna silvestres del país, debido principalmente a la elevada representatividad de ecosistemas presentes en su superficie de 10 zonas de vida, identificadas hasta la presente fecha. Dentro de sus límites se encuentran cuatro importantes elevaciones: Cayambe (5.790 msnm), Reventador (3.485 msnm), Sarahurco (4.725 msnm) y Puntas (4.425 msnm) (ECOLAP y MAE, 2007).

Cayambe-Coca presenta como valores intrínsecos diferentes tipos de paisaje que por su espectacularidad tienen un importante potencial turístico. Como paisaje de alta montaña en su extensa superficie presenta rasgos particulares, entre ellos: el volcán Cayambe de nieves perpetuas y cima amplia e irregular, situado al oeste del territorio y atravesado por la línea Equinoccial; es la tercera cumbre más alta del país (5.790 metros) y está caracterizada por abruptas y escarpadas pendientes; el cerro Puntas que presenta un paisaje geomorfológico y volcánico único que ha dado origen a la formación de 48 torres y pináculos de formas puntiagudas en su cima, con alturas de 100 a 150 metros; el Reventador, uno de los volcanes más activos del país, ubicado en la zona baja de la Reserva; la Cascada San Rafael, en el extremo oriental del área protegida. Bosque de estribaciones del Amazonas, y Bosque Amazónico en las partes bajas, especialmente en el noreste que alberga la más rica biodiversidad de la región (ECOLAP y MAE, 2007).

Después de obtener los permisos de investigación N° 12-IC-FAU/FLO-DPPNO/MA, emitido por el Ministerio del Ambiente de la dirección provincial de Napo, se llevó acabo el presente estudio en el Parque Nacional Cayambe Coca (PNCC), en la zona de la caldera del volcán Reventador, ubicado en la zona nororiental de la amazonia ecuatoriana, entre las provincias de Napo y Sucumbíos. Los sitios de muestro se desarrollaron en el interior de la caldera (Ver Figura 1), área ubicada dentro de la caldera del volcán sobre los 2.090 msnm, hasta 2.391 msnm.



Figura 1. Ubicación del volcán Reventador. Imagen A tomado de ECOLAP y MAE 2007, Imagen B del autor de Tesis Grefa F.

3.1.2 Duración del proyecto

Las mediciones de investigación tanto de campo como de oficina se llevaron a cabo desde Julio 2012 hasta Mayo del 2014.

3.1.3 Accesibilidad

El volcán Reventador se encuentra en la región oriental ecuatoriana, en la cordillera subandina, entre las Provincias de Napo-Sucumbíos, Cantón el chaco y Cantón Gonzalo Pizarro en la parroquia Gonzalo Díaz de Pineda y Reventador respectivamente, al interior del Parque Nacional Cayambe Coca, a 50 km de la ciudad del chaco y 30 km del poblado El Reventador. Fuente (www.viajandox.com/napo/volcan-reventador-el-chaco.htm).

Este volcán se encuentra en una de las zonas más lluviosas del Ecuador. Su cumbre no está cubierta de glaciares sino por campos de lahares de las últimas erupciones, y para alcanzarla es preciso atravesar zonas de bosque tropical y bosque nublado.

Partiendo desde Tena, se toma la vía Troncal amazónica, se llega a Baeza, luego se desvía siguiendo la troncal amazónica hacia el norte, llega a Chaco, Reventador hasta llegar a la Central Hidroeléctrica San Rafael a 100 km de Lago Agrio y 1.280 msnm, por donde se accede a la Cascada de San Rafael y desde donde se inicia la ruta que conduce al volcán.

Se parte desde la cascada de san Rafael, en donde se recomienda acampar para iniciar muy temprano la caminata hacia el volcán. En la parte baja se atraviesa la densa vegetación, por donde hay que irse abriendo paso con la ayuda de un machete en ocasiones, pues no hay un sendero propiamente dicho y casi no hay afluencia de turistas por esta ruta.

Llegado el atardecer hay que escoger un buen lugar en el interior de la antigua caldera para armar el campamento para pernoctar durante los días a permanecer en el lugar (**Ver figura 2**). Desde este punto se puede observar el cono perfecto del actual volcán en el centro del antiguo cráter. Desde aquí también se puede observar el hermoso paisaje del bosque a los pies del cráter y se puede escuchar el canto de las aves y los chillidos de los monos.

El sendero al volcán tiene su nivel técnico moderado, pero presentan todos los peligros propios por el medio donde se encuentre. La mejor época para hacer la excursión no está definida ya que este lugar pasa todo el tiempo en lluvia y alta humedad único del lugar, para la excursión se necesita una guía especializada del lugar o un guarda parque del MAE.



Figura 2. Ascenso al volcán Reventador. (A) Inicio del ascenso, (B) límite sur del PNCC, (C) llegada a la caldera. Personajes que aparecen en la imagen: Félix Grefa, Omar Grefa, Jhon Yangora.

3.2 CONDICIONES METEREOLÓGICAS

3.2.1 Factores biofísicos

Las condiciones meteorológicas identificadas y estudiadas en el sitio donde se llevó a cabo el estudio podemos mencionar que tenemos las siguientes:

- **Clima.-** Bosque de neblina montano, (2.000 – 2.900 msnm): Estos sistemas boscosos captan su humedad de la neblina, y actúan como filtro de las corrientes de aire (precipitación horizontal) y de las precipitaciones normales (ECOLAP y MAE, 2007). El dosel no sobrepasa los 20 m de altura y los árboles se caracterizan por presentar troncos y ramas nudosas; copas densas y compactas. La familia más diversa es Laurácea, no obstante, otros grupos importantes en estos bosques son los helechos arborescentes sobresaliendo los géneros *Cyathea sp.* y *Alsophila sp.* (Cyatheaceae), y las familias de epífitas vasculares.

De manera general se podría considerar que esta zona de la amazonia, tiene mucha humedad debido a su formación topográfica muy complejo, de donde prácticamente toman cause muchos ríos como el Rio Salado, Rio Reventador para luego formar parte de la cuenca del Rio Coca y además presenta con lluvias persistentes en la mayor parte del año.

- ▶ **Precipitaciones.-** Debido a su ubicación, es propensa al mal tiempo. Los niveles de lluvia llegan a 5.500 mm por año se han registrado. Hasta hace poco, la combinación de un clima hostil y la actividad volcánica permanente, ha mantenido a raya a los exploradores.
- ▶ **Temperatura.-** La variación de temperatura ocurre como consecuencia de las diferencias de altitud sobre el nivel del mar. En general la temperatura que predomina en este lugar oscila entre los 17° C. como mínimo y 22° C. como máximo.

3.2.2 *Historia de erupción del volcán Reventador*

La historia detallada de este volcán no es muy conocida, debido a su lejanía, la inaccesibilidad y el tiempo nublado persistente. Se estima que el volcán Reventador ha tenido, al menos, 16 erupciones entre 1541 y el 2002 que fueron lo suficientemente grandes para ser detectado en el poblado interandino del Valle, unos 70 a 90 kilómetros al oeste (Hall *et al.*, 2004).

El Reventador es uno de los volcanes más activos de la cadena volcánica ecuatoriana. A más de las erupciones recientes de los años 2002, 2004-2005, 2007-2008, 2009-2010, 2011-2012, 2013-2014. El Reventador ha tenido muchas erupciones durante los siglos XIX y



XX, especialmente en los años 1898, 1912, 1926–29,

Figura 3. En esta imagen se observa estado activo del volcan Reventador 2014

1944, 1958–60, y 1972–76, y sin duda muchas más en los siglos precedentes. Estas erupciones fueron caracterizadas por flujos piroclásticos, flujos de lava en bloques, de tamaño moderado flujos de escombros (lahares), y caídas de ceniza que depositaron sólo unos pocos milímetros de ceniza en el valle interandino.

El Reventador es un cono joven construido al interior de una inmensa depresión en forma de herradura (denominada “caldera”) abierta hacia el oriente, y cuyo límite oriental está marcado por un cambio drástico de la topografía. Al pie oriental de dicha caldera se encuentra el valle de los ríos Quijos y Coca.

Aunque poco se sabe acerca de la posible actividad precursora de erupciones anteriores, el 1976 la erupción sí proporciona alguna información sobre el proceso de reactivación. Siguiendo pequeño índice de explosividad volcánica (VEI), (Newhall y Self, 1982), 3 erupciones en julio-septiembre de 1972 y noviembre 1973 a abril 1974, que se caracterizaron por los flujos de lava de 10,5 y 3,8 millones de m³ (Hall, 1980), respectivamente, en Además de las caídas de ceniza moderados y probable 'nueve ardiente' fluye, el volcán Reventador entró en erupción de nuevo en enero de 1976. Esto fue precedido en agosto de 1975 por la emisión de vapor de varias horas que ventilan de los manantiales calientes, a 9 km de distancia, que en retrospectiva sugiere que este evento fue el resultado de la presurización del sistema hidrotermal locales, probablemente relacionado con la intrusión de magma (C. Newhall, comunicación oral,

2004). Comenzando en octubre de 1975 una columna de vapor de agua, por lo menos, se observó 1 kilómetro de alta emisión de forma continua desde el cráter hasta el 05 de enero 1976 la erupción. En ese momento, el volcán no se controló y en consecuencia, no existe ninguna documentación sísmica.

En base al conocimiento geológico y de la actividad eruptiva reciente del volcán El Reventador (especialmente durante el siglo XX), así como durante el presente ciclo eruptivo (iniciado en 2002 y que se prolonga hasta la actualidad –Abril de 2014), se puede definir 3 tipos de escenarios eruptivos para este volcán, (www.igepn.edu.ec).

ESCENARIO I

Actividad efusiva o ligeramente explosiva (VEI 1-2*), caracterizada por la emisión de flujos de lava y por la ocurrencia de explosiones pequeñas a moderadas que emiten bloques y bombas volcánicas sobre los flancos del cono y una cantidad pequeña/baja de ceniza. Este tipo de erupciones está representado por los episodios eruptivos del 2004-2005, 2007-2010, así como por las erupciones del año 1976.

ESCENARIO II

Eventos explosivos de tamaño moderado a grande (VEI 3-4) caracterizados por una mayor tasa de extrusión de magma por la ocurrencia de erupciones mucho más explosivas, las cuales están acompañadas de flujos piroclásticos en los flancos del volcán y en el interior de la caldera, y por una distribución de ceniza a escala regional. Este tipo de actividad está representado por la erupción del 3 de Noviembre de 2002.

ESCENARIO III

Eventos explosivos de tamaño muy grande ($VEI \geq 4$) caracterizados por ser erupciones altamente explosivas que generan flujos piroclásticos muy voluminosos asociados al colapso de la columna eruptiva y/o a explosiones dirigidas. Cabe recalcar que este tipo de erupciones son extremadamente raras en este volcán. No han sido observadas históricamente.

* *VEI: Siglas utilizadas para abreviar “Volcanic Explosivity Index” (Índice de Explosividad Volcánica). El VEI es una escala ampliamente utilizada en vulcanología*

para describir la magnitud de las erupciones volcánicas explosivas, y que está basada entre otros factores, en el volumen de material emitido. La escala VEI varía entre 0 y 8. Una erupción con un VEI de 0 denota una erupción no explosiva, sin importar el volumen de productos emitidos. Las erupciones con $VEI \geq 5$ o más son consideradas “muy grandes” y ocurren raramente alrededor del planeta (alrededor de una erupción de éste tipo cada década).

3.2.3 Geología del volcán Reventador

El volcán Reventador consta de tres edificios volcánicos sucesivos (INECEL, 1988). (1) el Complejo Volcánico Basal (CVB), es un estratovolcán que inició su construcción hace aproximadamente 350.000 a 400.000 años antes del presente (AP). Este edificio sufrió un gran colapso sectorial, que originó una caldera y un depósito de avalancha de escombros de aprox. 20 km³. Este evento se estima ocurrió hace aproximadamente 30.000 años AP. Entre sus productos volcánicos se encuentran lavas y brechas andesíticas y andesítico básicas y algunas lavas y depósitos piroclásticos de composición más diferenciada (andesitas y riolitas). (2) El volcán intermedio, denominado Volcán Paleo Reventador (VPR), es asimismo un estratovolcán que creció al interior de la caldera de avalancha y que a su vez sufrió otro colapso sectorial, dirigido también hacia el oriente, y cuya caldera de avalancha es fácilmente reconocible en la topografía actual y cuyo depósito de avalancha se estima en 8 km³. La edad de este evento se estima en 20.000 años AP. El rango composicional de los productos volcánicos de este edificio está restringido a los términos básicos e intermedios (basaltos, andesitas básicas y andesitas). (3) El cono joven, denominado Volcán Reventador (VER), está construido al interior de la última caldera de avalancha. Como para el edificio VPR, este cono presenta un rango restringido de productos volcánicos que varían entre las andesitas básicas y las andesitas.

El edificio actual (VER), constituye uno de los volcanes más activos del arco ecuatoriano, siendo especialmente activo durante el siglo XX.

3.2.4 Peligros asociados con el volcán

Los peligros asociados con este volcán son principalmente lahares secundarios formados por la interacción de flujos piroclásticos con las intensas lluvias de esta región. Otro peligro probable es el descenso de lavas volcánicas que podrían alcanzar el río Quijos y represarlo, las áreas pobladas en la región son mínimas pero existen infraestructuras sensibles como oleoductos y carreteras que podrían ser afectados.

3.3 MATERIALES Y EQUIPOS

Los materiales, equipos y herramientas, tanto de oficina como de campo que utilizamos para la fase de investigación y desarrollo se fueron los siguientes:

Tabla 2. Materiales usados en la investigación.

MATERIALES	
Campo	Oficina
Sleeping	Marcadores
Podadora manual	Lápices, esferográficos
Libreta de apunte	Flash Memory
Mochilas	Especímenes
Cinta de marcaje	Libros
Papel secante	Lupa
Fundas plásticas transparentes	
Prensa	
Machete	
Flexómetro	
Poncho de agua	

Tabla 3. Equipos usados en la investigación.

EQUIPOS	
Campo	Oficina
Cámara fotográfica	Laptop
Altímetro	Imágenes satelitales
Brújula	Impresora
GPS	Escáner
Carpa	Internet
Cocineta de campo	
Termómetro Ambiental	

3.4 FACTORES DE ESTUDIO

Para la presente investigación se tomó dos factores para poder cumplir con los objetivos planteadas para este proyecto en la caldera del volcán Reventador, que a continuación ponemos en consideración de lectores:

3.4.1 *Tipos de regeneración.*

Previo el análisis *in situ* e identificación de literaturas determinamos tipos de sucesión, cómo funcionan las sucesiones primarias e interactúan en la diversidad del paisaje, capacidad de crecimiento, colonización y desarrollo de especies vegetales.

3.4.2 *Estudio de comunidades vegetales y flora.*

Para determinar las comunidades vegetales y flora existente establecimos rangos altitudinales en diferentes puntos de la caldera tanto al interior y su alrededor del volcán Reventador luego establecieron parcelas, de esta manera se tomó muestras de vegetación mediante la metodología de Braun Blanquet (1979), que permite estimar la cobertura de cada especie y para la vegetación arbustiva se registró la abundancia de todas las especies presentes tomando en cuenta su altura promedio.

3.5 DISEÑO EXPERIMENTAL

3.5.1 *Medición de parcelas*

Siguiendo la metodología de Braun Blanquet (1979) y de acuerdo al tipo de vegetación se establecieron parcelas de 5x5 m², en vegetación herbácea y en vegetación arbustiva bajo y alta, se registraron el porcentaje de cobertura vegetal por especies en la parcela, estimación de sus valores de abundancia-cobertura de acuerdo a la escala de Braun-Blanquet, considerando las formas de vida, tanto briofitas y vasculares.

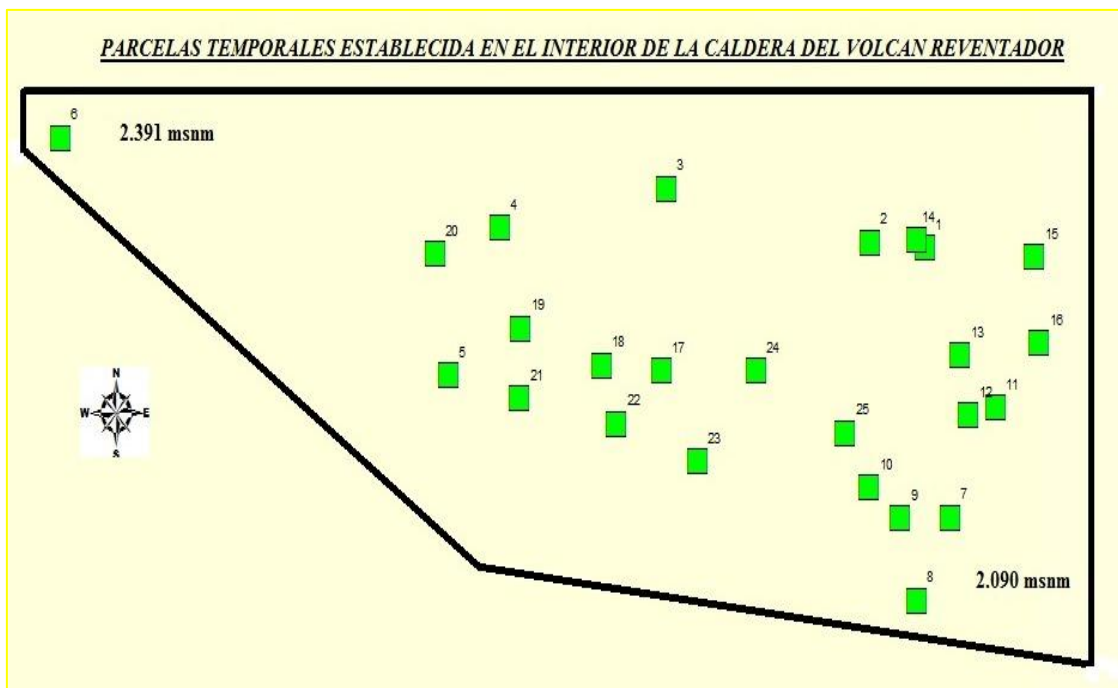


Figura 4. Parcelas temporales establecidas en el interior de la caldera.

Tabla 4. Valores de abundancia – cobertura según escala de Braun-Blanquet

DEFINICIÓN	VALOR
Individuos solitarios con baja cobertura	R
Pocos individuos con baja cobertura	+
< 5% de cobertura o individuos abundantes con baja cobertura	1
5-25% de cobertura	2
25-50% de cobertura	3
50-75% de cobertura	4
75-100% de cobertura	5

3.5.2 *Inventario florístico en la caldera del volcán Reventador.*

Para determinar las diferentes especies vegetales dentro de la caldera del volcán Reventador, se diseñó el muestreo de campo tomando en cuenta el grado de perturbación de la vegetación y su estructura de regeneración.

El inventario de la flora de la caldera del volcán se realizó mediante recolección de muestras y fotografías, con la cual se obtuvo estimaciones cuantitativas y cualitativas de

las unidades vegetales en vegetación de tipo páramo natural (herbáceo, arbustivo bajo y alto), en parcelas de 5 x 5 (25 m²), tomando en cuenta la distribución inicial según grado de perturbación. En la recolección de muestras y toma de fotografías de la vegetación se procuró que tenga todas las estructuras vegetales (tallos, hojas, flores y frutos).

De las especies vegetales se recolectaron de 3-4 ejemplares de cada individuo (briofito y vascular), los mismos que se les codificaron y guardados en fundas plásticas. Cada espécimen colectado se le registro en la hoja de campo (**Tabla 12 del apéndice**) con un formato previamente elaborado.

El total de individuos colectados en las 25 parcelas se les asigno un código de registro, posteriormente fueron ubicados en papel periódico y láminas corrugadas para el prensado y, finalmente se transporto las muestras a la secadora del Herbario de la UEA, para su respectivo secado. Y para realizar la identificación taxonómica de cada espécimen se trasladó todas las muestras a los herbarios del Museo Ecuatoriano de Ciencias (QCNE). Bajo los permisos respectivos del MAE para movilizar 201 especímenes botánicos.

3.6 MEDICIONES EXPERIMENTALES

Se realizó la toma datos de los siguientes parámetros: posición geográfica, altitud, inclinación, temperatura, en la parcela misma se registró la estructura y composición florística de todas las especies: briofitas, herbáceas, arbustivas. Adicionalmente se diseñó la hoja de campo de registro de vegetación circundante, geografía, presencia y ausencia de especies, número de parcela y fecha.



Figura 5. (A) Toma de datos ambientales, (B, C y D) colección general de muestras vegetales.

Asimismo se realizó colecciones generales "barrido de material vegetal", que consisten en una búsqueda minuciosa de especies, en la parte de la caldera intervenida para el estudio, especialmente en los sitios muestreados anteriormente, así como hacia otras direcciones para completar los registros en cada sitio (**Ver figura 5**).

En las dos expediciones a la caldera del volcán Reventador, se colectó un total de 201 muestras vegetales con tres duplicados, necesarios para la identificación en los herbarios del Museo Ecuatoriano de Ciencias (QCNE), así como para resguardar los especímenes en los principales herbarios del país.

3.7 MANEJO DEL EXPERIMENTO

3.7.1 *Análisis de datos estadísticos*

La agrupación de los datos de cada parcela y determinación de los grupos de vegetación, se realizó mediante el uso del programa de agrupación binomial TWINSpan (Two Way Indicator Species Analysis) el cual agrupa las muestras (parcelas) y variables (especies), con base en la mayor similitud en la composición florística, e indica donde se separan los diferentes grupos de parcelas y el valor de probabilidad que los separa (eigenvalor, escala 0-1). Con el análisis TWINSpan donde se definen las comunidades vegetales, se procedió a realizar el análisis florístico de los parámetros de diversidad relativa con el uso de la siguiente fórmula:

$$\text{Diversidad Relativa (DiR)} = \frac{\text{Número de especies de la familia}}{\text{Número total de especies}} \times 100$$

3.7.2 *Trabajo de herbario y análisis*

Se herborizo la vegetación en las parcelas y sus alrededores, el material vegetal se llevamos al herbario de la Universidad Estatal Amazónica, donde se prensó y se secó, dándoles códigos de identificación por zonas, el proceso secado tomo de uno a dos días dependiendo de las consistencias de las muestras. Para la identificación taxonómica de cada espécimen se trasladó todas las muestras al herbario del QCNE (Museo de Ciencias Naturales del Ecuador), donde los especímenes se compararon con los ejemplares existentes en los herbarios. Durante dos semanas en Quito, se realizó trabajo

de herbario y biblioteca, logrando identificar 112 especies de plantas vasculares terrestres, pertenecientes a 70 géneros en 42 familias botánicas y, adicionalmente se elaboraron las etiquetas de cada espécimen identificado y se realizó los respectivos montajes de cada una de las especies identificadas, los cuales están reposados en el herbario de EUAMZ, de la Universidad Estatal Amazonica y sus tres duplicado reposan en el herbario de Museo Nacional de Ciencias Naturales del Ecuador (QCNE) ubicado en la ciudad de Quito.

En la **figura 6** se puede observar trabajos realizados en herbarios del país, específicamente en Quito en el herbario del Museo de Ciencias Naturales del Ecuador y en el herbario de la Universidad Estatal Amazónica ubicado en Cantón Santa Clara, provincia de Pastaza, donde se hizo el proceso de prensado, secado y montaje de las especímenes vegetales.



Figura 6. Trabajo de herbario realizado en cuatro proceso: (A y B) codificado, prensado y secado de especímenes en el herbario de ECUAMZ. (C) Identificación de especímenes en el herbario del QCNE. (D) trabajo de oficina en limpieza de datos.

3.7.3 Análisis el estado de conservación según los criterios de UICN (Unión Internacional de la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales)

Para evaluar el estado actual de conservación de las plantas raras o en peligro de extinción, se consideró las categorías de la Unión Internacional de la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales UICN, citado en Valencia *et al.*, (2000). Para este trabajo se consideró específicamente el grado de abundancia y frecuencia de las especies en el campo.

El Parque Nacional Cayambe Coca, es un área considerada de mayor riqueza florística y poco explorada, en él existen condiciones perfectas para el desarrollo de una gran diversidad de flora y fauna.

El grado de endemismo fue alto, lo cual determinó; mediante el número de especies por unidad, como se describe a continuación:

Tabla 5. Determinación de especies endémicas.

Número de Especies Endémicas	Grado de Endemismo
1-2	Bajo
3-5	Medio
6-10	Alto
11-20	Muy alto
>21	Extremadamente alto

3.8 ANÁLISIS ECONÓMICO

Tabla 6. Análisis económico de la investigación reflejada en la tabla.

RUBRO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO EN USD	COSTO TOTAL EN USD
Material fungible			
Sleeping	1	150	150
Aislantes	1	60	60
Cocineta de alcohol	1	150	150
Ponchos de agua	1	50	50
Botas	1	13	13
Machete	1	20	20
Podadora de mano	1	40	40
Libreta de campo	1	10	10
Papel secante	1	15	15
Marcadores	1	3	3
Fundas plásticas	300	0,05	15
Instrumentos de campo			
Altímetro	1	150	150
Brújula	1	50	50
Termómetros Ambientales	1	50	50
GPS	1	500	500
Literatura necesaria			
Compra de material SIG	1	20	20
Tabla de soil taxonomy	1	35	35
Libro rojo de plantas Endémicas de Ecuador	1	100	100
Movilización y transporte			
Movilización al campo	3	200	600
Transporte y hospedaje Quito(Identificación de muestras Herbarios) x 2 pax	10	60	600
Envío de muestra fuera del país	1	75	75
Contratación de personal			
Pago de jornales de guía y mulas	10	50	500
Alimentación en campo	10	50	500
Técnico SIG	10	20	200
Material para publicar			
Tesis 1	1	300	300
Material de oficina			
Papel A4	1	15	15
Impresión	1	250	250
TOTAL			4471

4 RESULTADOS EXPERIMENTALES

4.1 ANÁLISIS TWINSpan

El análisis de similitud realizadas de las 25 parcelas levantadas dentro de la caldera del volcán Reventador, separa y ordena los datos en dos grandes comunidades a su vez en tres sub unidades y siete asociaciones vegetales (**Ver tabla 4 del apéndice**). En el dendrograma podemos apreciar los niveles de separación que fueron definidos en base a la presencia de determinadas especies en cada levantamiento. El valor de probabilidad que los separa es a una escala de 0-1. Lo cual determina una composición florísticas del Reventador con una afinidad media “eigenvalor=0,687” y baja “eigenvalor=0,435” (Figura 7). Cabe indicar que mientras más se acerca al 1, el valor de similitud es más alto.

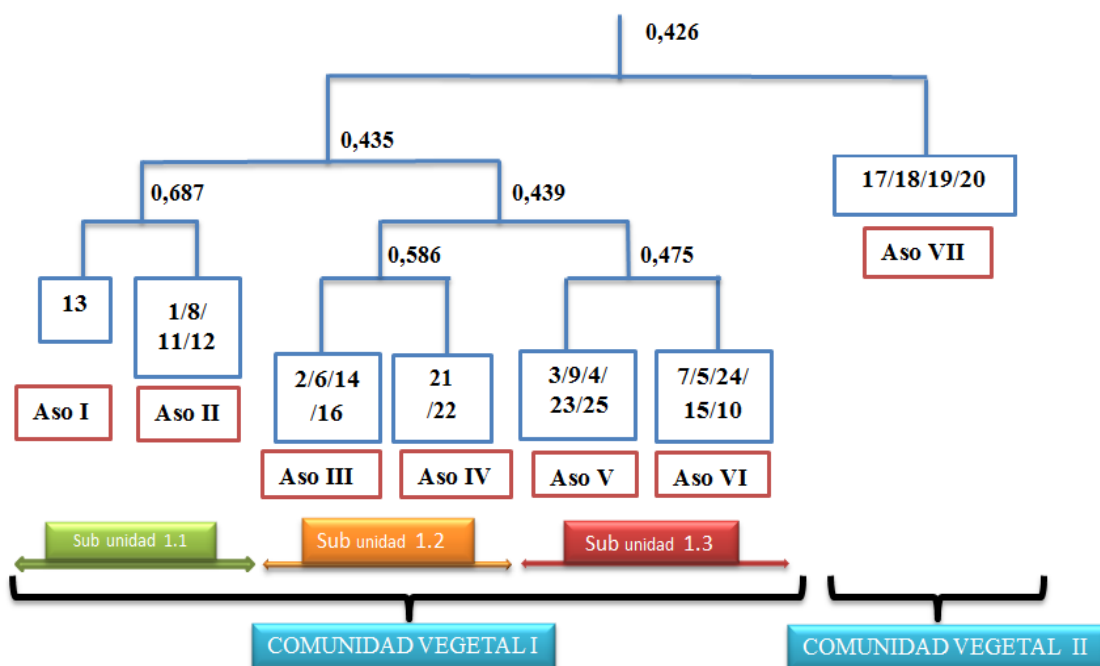


Figura 7. Dendrograma de la agrupación de las 25 parcelas con sus respectivos eigenvalores para cada división, y el análisis multivariado de acuerdo a los rangos altitudinales con el programa Twinspan.

A continuación se describen las principales características de las comunidades y asociaciones vegetales determinadas en la zona de estudio:

Descripción de la ecología de la comunidad I:



Figura 8. Vista general de la comunidad I, la imagen de izquierda representa población de la familia Ericaceae, imagen derecha poblada de arbustos y rocas con líquenes.

Esta comunidad se encuentra entre 2.094 y 2.391 msnm, las parcelas 1 al 16 y de 21 al 25 están incluidos en esta comunidad.

El segundo nivel del “eigenvalor = 0,435” separa a la comunidad I en tres subunidades en estratos briofitas y líquenes, estrato herbáceos, arbustivo bajo y arbustivo alto, las especies que registran una regeneración mayor según la escala de Braun-Blanquet, son ; *Nertera granadensis* con 75% de cobertura, herbácea rastreara con hojas acorazonadas compuestas de frutos café, la presencia de esta especie en la comunidad I es muy frecuente, seguido por *Lycopodium jussiaei* con 50% de cobertura, es una rastrera en forma de arbolitos espinados que están dispersos dentro de la caldera del volcán, de igual forma *Elleanthus ecuadorensis* con 50% de cobertura se hace presente en diferentes lugares de la caldera, especialmente en sustrato rocoso reciente, al igual *Pernettya prostrata* con 50% de cobertura, es un arbusto de 35 a 40 cm de altura, presente en sitios de regeneración recientes sobre lavas volcánicas y *Blechnum divergens* con 50% de cobertura, es un helecho que está disperso en toda las zonas de regeneración reciente (ver la figura 9 explicada especies y coberturas en %) Esta comunidad abarca diferentes estratos vegetales que son resultados de diferentes erupciones volcánicas producidas a lo largo del tiempo. Esta comunidad divide en tres subunidades y las asociaciones I, II, III, IV, V y VI.

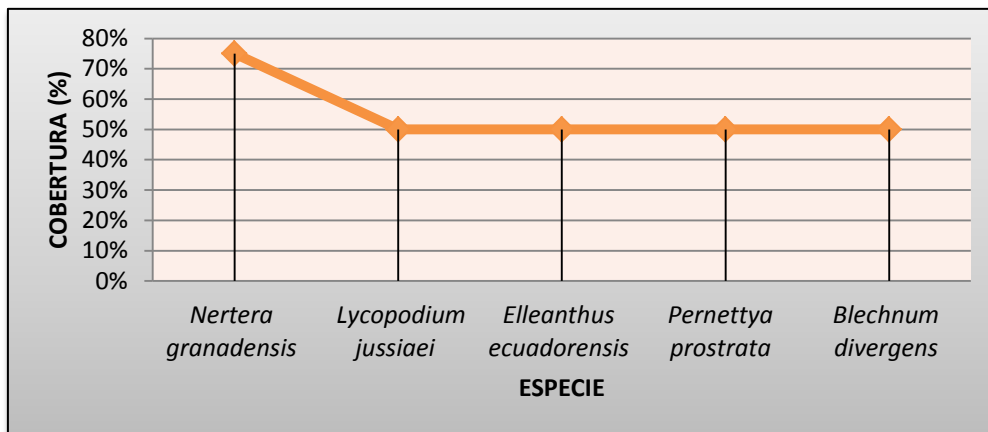


Figura 9. Especies que registran una regeneración mayor según la escala de Braun-Blanquet (1979). En la figura presenta las cinco especies con mayores coberturas, explicadas en porcentajes de su dominio y cobertura presentes en la comunidad I.

Esta comunidad presenta pendientes de 1% a 40% en lugares donde establecieron las parcelas temporales, y su altitud varía entre 2.094 a 2.391 msnm con vista al cono volcánico que se encuentra activo con estruendos y bramidos frecuentes durante las 24 horas del día, en cuanto al suelo presenta diferentes porcentajes de suelo desnudo rocoso, suelo de acumulación de lava volcánica o simplemente grandes cantidades de rocas volcánicas sedimentadas. El lugar presenta un clima muy cambiante, con una lluvia frecuente casi todo el día, también podemos apreciar el bosque de neblina montano que rodea alrededor de la caldera del volcán reventador, eso facilita en gran parte la regeneración natural, también hace factible este proceso de regeneración, la presencia de especies polinizadoras que frecuentan el lugar buscando su alimento como son mamíferos, aves, insectos, y por supuesto un ambiente de viento viajero que transportan semillas de bosques aledaño hace factible que este lugar presente un mecanismo de regeneración natural acelerado, lo cual es un indicador positivo de conservación de especies del lugar.

Descripción de formaciones vegetales de la comunidad I:

Esta comunidad presenta vegetación de tipo briofitas, líquenes, rastreras, herbácea, arbustivo bajo y arbustivo alto en estado de conservación media porque se ven afectado por las perturbaciones volcánicas que se dan frecuentemente dentro de la caldera del Reventador, con un rango de cobertura vegetal que varía entre 70% a 100%.

La altura del estrato briofitas y líquenes miden de 0,10 m a 0,15 m, estrato rastrero miden de 0,20 m a 0,30 m, estrato herbáceo miden de 0,10 a 1,50 m, y el estrato arbustivo bajo miden de 0,40 m a 1,50 m, estrato arbustivo alto mide de 1 m a 3 m. La presencia de briofitas y líquenes es común en la zona de estudio dentro de la caldera del volcán, su presencia va desde 10% a 95% dependiendo del lugar de regeneración vegetales, especialmente en lugares de erosión reciente donde hay ausencia de plantas vasculares por la cantidad de rocas y sedimentos volcánicos emanadas, las cuales se convierten lugares desértico, es donde empieza el repoblamiento de briofitas y líquenes creando sustratos óptimo, para la regeneración de nuevas comunidades vegetales.

Tabla 7. Diversidad relativa (DiR) y riqueza florística de la especie más dominante de la comunidad I

Familia	Nº Especies	DiR (%)	Más representativas
Orchidaceae	19	16,96	<i>Elleanthus ecuadorensis</i>
Asteraceae	8	7,14	<i>Liabum kingii</i>
Poaceae	8	7,14	<i>Parodiolyra lateralis</i>
Bromeliaceae	7	6,25	<i>Pitcairnia alata</i>
Ericaceae	7	6,25	<i>Pernettya prostrata</i>
Melastomataceae	6	5,36	<i>Monocheatum lineatum</i>
Rubiaceae	6	5,36	<i>Nertera granadensis</i>
Blechnaceae	4	3,57	<i>Blechnum divergens</i>
Dryopteridaceae	3	2,68	<i>Elaphoglossum ambiguum</i>
Lycopodiaceae	3	2,68	<i>Lycopodium jussiaei</i>
Gunneraceae	2	1,80	<i>Gunnera brephogea</i>

Descripción de la ecología de la comunidad II:

Esta comunidad se encuentra entre 2.152 y 2.213 msnm, las parcelas 17, 18, 19 y 20 están incluidas en esta comunidad.



Figura 10. Vista general de la comunidad II, formado por paisajes desérticos de erupción reciente con gran cantidad de rocas y sobre ella predomina líquenes, musgos, helechos y algunas Orquídeas y Ericaceae.

El primer nivel del “eigenvalor= 0,426”, en el lado derecho del dendrograma divide a la comunidad II, en única asociación donde separa de la comunidad I en estratos briofitas y líquenes en su mayoría además en estrato herbáceo y arbustivo bajo con poca representatividad en esta comunidad. Según la escala de Braun-Blanquet, establece los porcentajes de cobertura a especies; *Pityrogramma calomelanos* con 50% de cobertura, es un helecho pionero que pueden adaptarse en lugares desérticos o de suelo desnudo, al igual que la especie *Elleanthus fractiflexus* con 50% de cobertura es una orquídea que agrupa en lugares desérticos localizadas en las parcelas de 17 al 20, mientras que la *Gunnera atropurpurea* presenta una cobertura con un porcentaje de 25% en esta comunidad como especies pioneras, la familia Ericaceae también se presentan como pioneros en lugares desérticos en especial *Disterigma balslevii* con 5% de cobertura, un arbusto de 10 - 30 cm de altura, con hoja pequeña ovalada de frutos morado y flor blanca, que se hace presente como especie pionera en lugares desérticos con un buen grado de adaptabilidad. La presencia de esta especie en la comunidad II es escasa, mientras que la comunidad I es muy frecuente (Ver la figura 11).

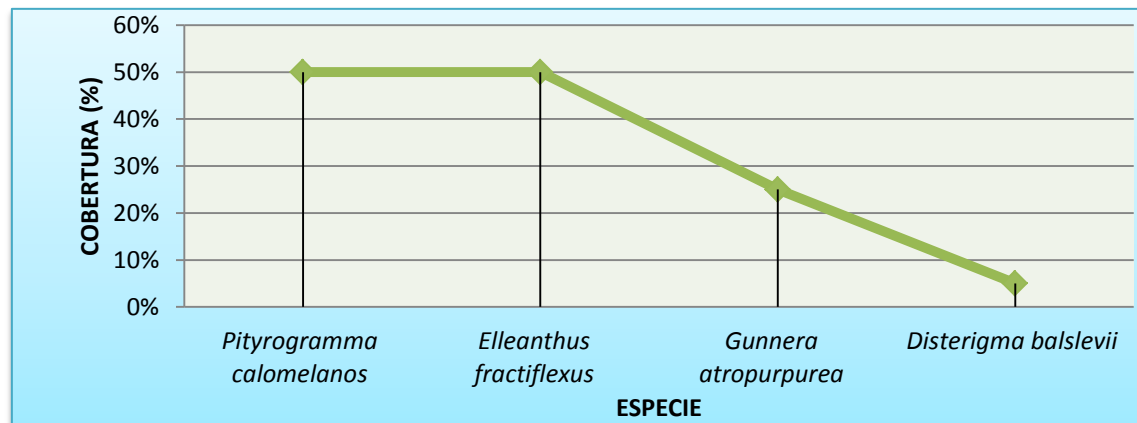


Figura 11. Especies que registran una regeneración mayor según la escala de Braun-Blanquet (1979). En la figura presenta las cinco especies con mayores coberturas, explicadas en porcentajes de su dominio y cobertura presentes en la comunidad II.

La comunidad II corresponde a la zona desértica de lado norte-este del volcán formado por erupción reciente en gran cantidad de rocas volcánicas de inmensos tamaños. Esta comunidad solo presenta una asociación que va de las parcelas 17 al 20 identificada como asociación VII, altitudes comprendidas desde los 2.153 a 2.213 msnm, el suelo presenta con una pendiente de 20 a 30 % con respecto al nivel más bajo que es 0% esto determina que es un suelo rocoso de pendiente media.

Descripción de formaciones vegetales de la comunidad II:

Esta comunidad presenta vegetación escasa formada en su mayoría por especies pioneras distribuidas en estratos briofitas y líquenes, estrato de tipo herbácea y arbustivo bajo, muy escasa, con un rango de cobertura vegetal del 90% y un 10% de suelo desnudo, suelo sin formación de ningún tipo de vida vegetal. Dentro del 90% de cobertura destacamos en su mayor parte la presencia abundante de musgos y líquenes como especies pioneras, en hierbas y arbustos muy poca manchas de vegetales se puede observar. La altura del estrato herbáceo es de 0,10 m a 0,20 m y el estrato arbustivo bajo de 0,15 m a 0,40 m. Esta comunidad presenta al igual que primero con un clima templado húmedo, que en su mayor parte del tiempo pasa nublado y frecuente lluvia, erupción constante, lo que amenaza a las especies en regeneración a perturbar nuevamente su ciclo de repoblamiento, la zona de la caldera se encuentra delimitado a su alrededor por bosque nublado, que favorece a la regeneración natural de especies por acciones de vientos fuertes que acarrean consigo las semillas para repoblar en lugares desérticos, además presencia de la riqueza faunística favorece al mecanismo de sucesión

primaria de especies vegetales, todo estos factores hacen especial a la caldera del volcán Reventador para mantener en un estado de conservación natural media, no puede ser optimo ya que su constante erupción amenaza al mecanismo de sucesión primaria de especies vegetales. En la siguiente tabla se muestra los valores de las especies más diversas de esta comunidad.

Tabla 8. Diversidad relativa (DiR) y riqueza florística de la comunidad vegetal II.

Familia	Nº Especies	DiR (%)	Más representativas
Ericaceae	3	37,50	<i>Disterigma balslevii</i>
Orchidaceae	2	25,00	<i>Elleanthus fractiflexus</i>
Gunneraceae	1	12,50	<i>Gunnera atropurpurea</i>
Pteridaceae	1	12,50	<i>Pityrogramma calomelanos</i>

Descripción de la ecología de la asociación I y II:

Esta asociación se encuentra entre 2.094 y 2.132 msnm.



Figura 12. Vista general de la asociación vegetal I y II, presencia de musgos y herbáceas representativas de Gunnera, helechos y algunas Asteraceae.

En el clado izquierdo del dendrograma separa a la asociación I y II, en el que agrupa las parcelas 13 y 1, 8, 11, 12, con un nivel del “eigenvalor = 0,687”. Posee vegetación herbácea muy poblada, como indicador de una regeneración primaria positiva ,dentro de la caldera del volcán Reventador ,también combinada con especies arbustivos , en este sitio de estudio presenta un rango de cobertura vegetal del 95 al 100%. Según la escala de Braun-Blanquet, establece los valores de abundancia a la especie; *Nertera granadensis* con 75% de cobertura lo que define que esta especie coloniza la asociación I y II, seguidos con una dominante cobertura por arbustos de especie, *Macleania rupestris* (50%), también predominan las siguientes especies como *Parodiolyra lateralis* (25%), *Pityrogramma calomelanos* (25%), también presentan en pequeñas manchas de población de especies como *Blechnum divergens* (5%) y *Gunnera brephogea* (5%), (Ver la figura 13 explicada especies y coberturas en %). El rango altitudinal de distribución de la asociación I y II se da sobre los 2.094-2.132 msnm, en una pendiente de 5% a 15% esto determina que el lugar es muy favorable para regeneración de diferentes especies por sus características del suelo que está formado por arena y cenizas volcánicas y además en este tipo de suelos con poca pendientes tiene a su favor en retención de agua y muchas nutrientes que son arrastradas de la parte de arriba del cono volcánico.

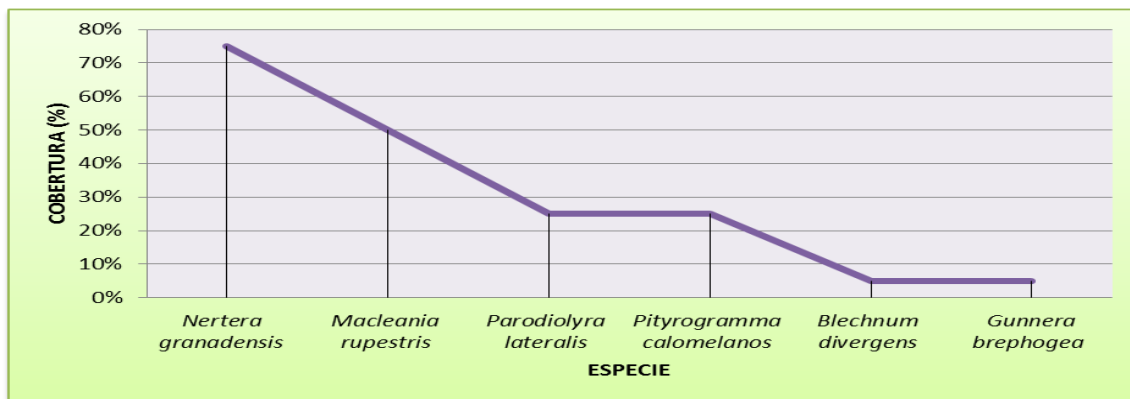


Figura 13. Especies que registran una regeneración mayor según la escala de Braun-Blanquet (1979). En la figura presenta las seis especies con mayores coberturas, explicadas en porcentajes de su dominio y cobertura presentes en la asociación vegetal I y II

Descripción de formaciones vegetales de las asociaciones I y II:

Esta asociación I y II se encuentra ubicada en pendiente optima y con una área húmeda favorable para el crecimiento de diferentes especies y vida de microorganismos del suelo, además es una zona de transición al bosque húmedo que rodea a la caldera del

volcán Reventador, desarrollada por estrato herbácea densa de 0,22 m a 0,50 m y arbustos de 0,10 a 1 m de altura, donde se diferencian por su abundancia en el lugar. A continuación se muestra los valores de las especies más diversas de esta zona.

Tabla 9. Diversidad relativa (DiR) y Riqueza florística y de la asociación I y II.

Familia	N° Especies	DiR (%)	Más representativas
Poaceae	6	13,95	<i>Parodiolyra lateralis</i>
Ericaceae	5	11,63	<i>Macleania rupestris</i>
Rubiaceae	5	11,63	<i>Nertera granadensis</i>
Gunneraceae	2	4,65	<i>Gunnera brephogea</i>
Blechnaceae	1	2,32	<i>Blechnum divergens</i>
Pteridaceae	1	2,32	<i>Pityrogramma calomelanos</i>

Descripción de la ecología de la asociación III y IV.

Esta asociación se encuentra entre 2.113 y 2.391 msnm, las parcelas 2, 6, 14, 16, 21 y 22 están incluidas en asociación vegetal.



Figura 14. Vista general de la asociación vegetal III y IV, formada por arbustivos altos es una zona de erupción antigua, con regeneración natural avanzada.

Hacia el clado izquierdo separa a la asociación vegetal III, IV, V y VI con un nivel del “eigenvalor = 0,439”, de lo cual desprende la asociación III y IV con un nivel del “eigenvalor = 0,586”. Lo que indica que poseen una alta afinidad en su composición florística, las especies pioneras que registran una sucesión mayor según la escala de Braun-Blanquet, son; *Macleania rupestris* con cobertura de 50%, de hoja gruesa

alternadas de frutos blancos, con una altura de 0,40 m a 1,20 m, al igual *Monocheatum lineatum* con 50% de tallo rojizo, las hojas como referencia en forma de canoa, de la misma manera *Gunnera brephogea* tiene una representatividad del 50% de cobertura, también la especie *Erato polymnioides* posee el 25% de cobertura. La especie *Elleanthus ecuadorensis* tiene una representatividad de 25% de cobertura, esta última especie tiene un grado de adaptabilidad muy favorable en ambientes con poca presencia de materia orgánica (Ver la figura 15). El rango altitudinal de distribución de la asociación III y IV, se da sobre los 2.113 -2.391 msnm, se desarrolla en un pendiente que va de 1% a 30%, lo cual demuestra un suelo regular ya que varía de su distribución de especies en diferente zonas de topografía agreste, el lugar favorece en sucesión de especies ya que en años demuestra que no ha sido perturbado el lugar, eso da una señal de recuperación avanzada de las diferentes comunidades vegetales.

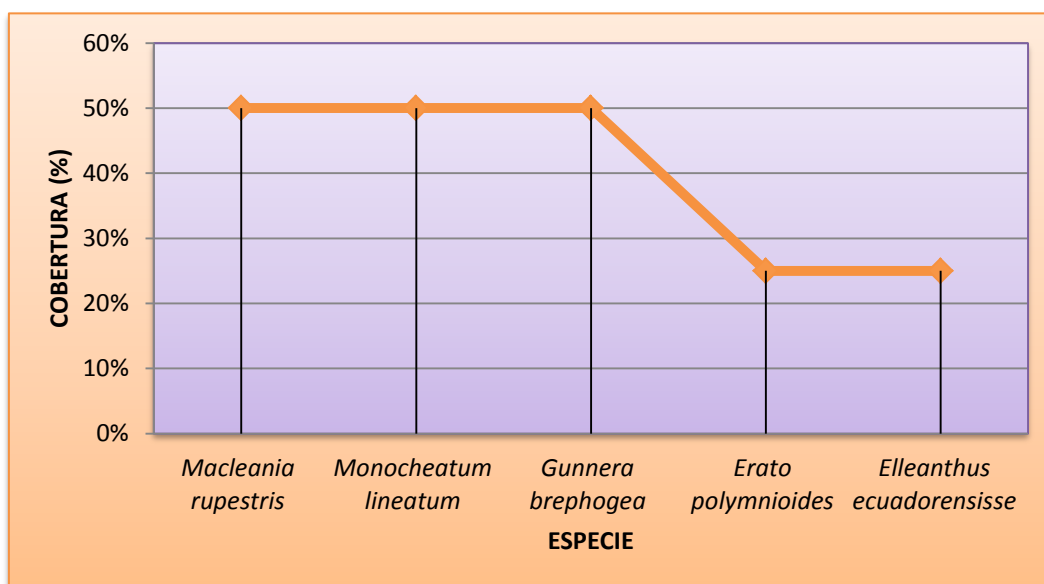


Figura 15. Especies que registran una regeneración mayor según la escala de Braun-Blanquet (1979). En la figura presenta las cinco especies con mayores coberturas, explicadas en porcentajes de su dominio y cobertura presentes en la asociación vegetal III y IV.

Descripción de formaciones vegetales de la asociación III y IV:

Estas dos asociaciones presentan vegetación arbustiva y herbácea en buen estado de conservación, acotando que siempre estará amenazado por futuras perturbaciones por la erupción volcánica, se localizan en laderas con pendientes irregulares del 30% de relieve, que corresponde a la zona intermedia del volcán e incluye los levantamientos 2, 6, 14, 16 y 21, 22, con una vegetación arbustiva alta de 1 m a 2,50 m de altura y

herbácea de 0,50 m a 2 m. Esta comunidad tiene baja presencia de briofitas, están formadas por vegetación densas boscosas especialmente la parcela 16, 21 y 22. De igual manera que en otras asociaciones, anteriores presenta con un clima propio de bosque de neblina montano, está sujeta a la influencia de bajas temperaturas, fuertes vientos y constante lluvia. En la siguiente tabla se muestra los valores de las especies más diversas de esta franja.

Tabla 10. Diversidad relativa (DiR) y riqueza florística de la asociación vegetal III y IV.

Familia	N° Especies	DiR (%)	Más representativas
Ericaceae	6	10,91	<i>Macleania rupestris</i>
Asteraceae	5	9,09	<i>Erato polymnioides</i>
Orchidaceae	5	9,09	<i>Elleanthus ecuadorensis</i>
Melastomataceae	4	7,27	<i>Monocheatum lineatum</i>
Rubiaceae	3	5,45	<i>Galium corymbosum</i>
Cyperaceae	2	3,63	<i>Rhynchospora polyphylla</i>
Gunneraceae	2	3,63	<i>Gunnera brephogea</i>

Descripción de la ecología de la asociación V y VI:

Esta asociación se encuentra entre 2.090 y 2.208 msnm.



Figura 16. Vista general de la asociación vegetal V y VI, formado por estrato arbustivo bajo en ella predomina la familia Ericaceae y sobresalen algunas orquídeas.

Hacia el clado izquierdo separa a la asociación vegetal III, IV, V y VI con un nivel del “eigenvalor = 0,439”, de lo cual desprende la asociación V y VI con un nivel del “eigenvalor = 0,475”. Esta unidad de paisaje agrupa las parcelas 3, 4, 9, 23, 25 y 5, 7, 10, 15, 24, con unacobertura continua de la vegetación del 100%. Según la escala de Braun-Blanquet, las especies que mas dominan en estas parcelas son; *Lycopodium jussiaei*, (75% de cobertura), al igual *Elleanthus ecuadorensis*, (50% de cobertura), *Blechnum divergens* (50% de cobertura), también sobresalen las siguientes especies con importante presencia; *Erato vulcanica* (25%), *Pernettya prostrata* (25%), *Pitcairnia alata* (25%), *Gunnera atropurpurea* (25%), estas especies se adaptan como especies pioneras con más éxito de supervivencia en suelos poco desarrollado (Ver figura 17). El rango altitudinal de distribución de la asociación V y VI, se da sobre los 2.090-2.208 msnm de altitud, también presenta una pendiente de 1% al 40% de relieve, esta determina que la topografía dentro de la caldera del volcán es moderada, por lo cual facilita una influencia directa de cambios de temperatura, determinada con una constante lluvia, viento que tiene dirección al valle amazónico, además como en asociaciones anteriores, presenta las mismas características ambientales.

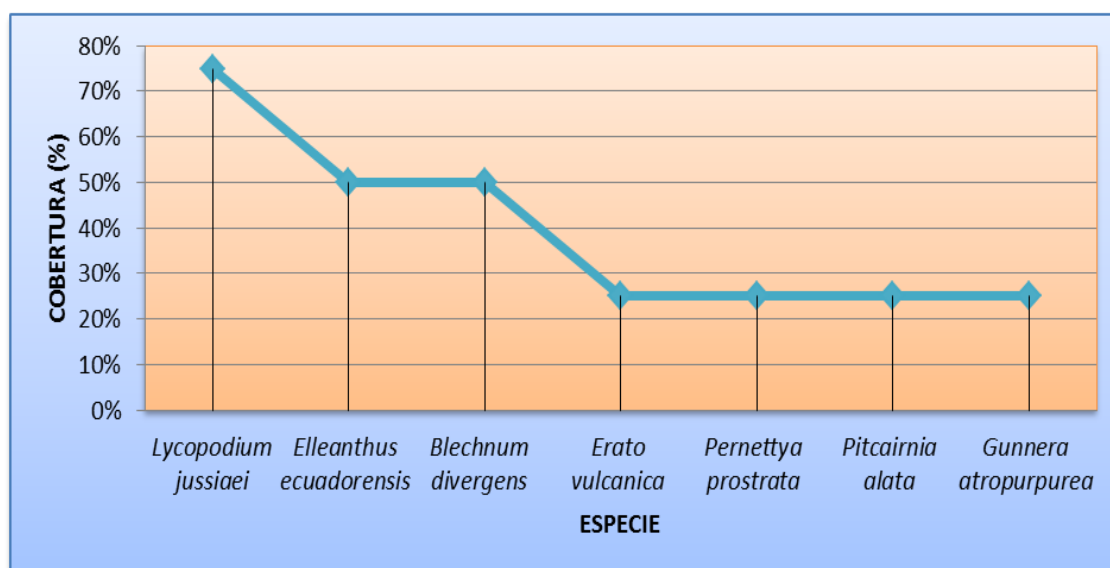


Figura 17. Especies que registran una regeneración mayor según la escala de Braun-Blanquet (1979). En la figura presenta las siete especies con mayores coberturas, explicadas en porcentajes de su dominio y cobertura presentes en la asociación vegetal V y VI.

Descripción de formaciones vegetales de la asociación V y VI:

Esta comunidad está sujeta a la influencia de bajas temperaturas, fuertes vientos y constante lluvia. Estas dos asociaciones vegetales presentan vegetación herbácea y arbustiva bajo de 0,40 m a 1,20 m de altura, estado de conservación media, ya que siempre está amenazado por las perturbaciones futuras debido a erupción volcánica, formando un relieve variado, la presencia de briofitas y líquenes van de 10% en algunas lugares en otros pueden variar hasta 20% dentro de esta zona de estudio, como pioneros en grado de adaptabilidad en lugares desérticos es un buen indicador de regeneración natural ya que estas especies forman sustratos idóneo para que otras especies puedan desarrollarse.

Tabla 11. Diversidad relativa (DiR) y riqueza florística más dominante de la asociación V y VI

Familia	Nº Especies	DiR (%)	Más representativas
Orchidaceae	16	19,05	<i>Elleanthus ecuadorensis</i>
Asteraceae	8	9,52	<i>Erato vulcanica</i>
Ericaceae	7	8,33	<i>Pernettya prostrata</i>
Bromeliaceae	6	7,14	<i>Pitcairnia alata</i>
Lycopodiaceae	3	3,57	<i>Lycopodium jussiaei</i>
Blechnaceae	2	2,38	<i>Blechnum divergens</i>
Gunneraceae	2	2,38	<i>Gunnera atropurpurea</i>

4.2 DIVERSIDAD Y RIQUEZA FLORÍSTICA EN EL INTERIOR DE LA CALDERA DEL VOLCÁN REVENTADOR

4.2.1 Composición florística.

En el estudio se registraron 112 especies de plantas vasculares, pertenecientes a 70 géneros en 42 familias botánicas, con un rango de cobertura vegetal de 80 a 100%, y el estrato de 0.10 m a 3 m de altura, que incluyen elementos herbáceos y arbustivos bajos y altos propios de la caldera del volcán Reventador. De estos 43 géneros (61,43%) contienen una sola especie, 20 género (28,57%) están representados por dos especies, 4 géneros (5,71%) por tres especies y 1 género (1,43%) está representado por 4 especies, 1 género (1,43%) está representado por 5 especies y 1 género (1,43%) está representado por 8 especies (Datos totales se describe en la tabla 1 del Apéndice).

4.2.2 Diversidad relativa por familias.

Las familias más diversas de la flora en el interior de la caldera del volcán Reventador que se registraron fueron Orchidaceae con 19 especies (16,96%) que abarca gran cantidad de sucesión, Asteraceae y Poaceae con 8 especies (7,14%) respectivamente, Ericaceae y Bromeliaceae con 7 especies (6,25%) predominante, Blechnaceae con 4 especies (3,57%), Clusiaceae, Cyperaceae, Dryopteridaceae y Lycopodiaceae con 3 especies (2,68%) respectivamente, (Ver tabla 5 del Apéndice). En la tabla 12, se muestra los valores de las 12 familias más representativas de la caldera del Reventador.

Tabla 12. Diversidad relativa (DiR), por familias y riqueza de especies

FAMILIA	Nº ESPECIE	DiR (%)
Orchidaceae	19	16,96
Asteraceae	8	7,14
Poaceae	8	7,14
Ericaceae	7	6,25
Bromeliaceae	7	6,25
Melastomataceae	6	5,36
Rubiaceae	6	5,36
Blechnaceae	4	3,57
Clusiaceae	3	2,68
Cyperaceae	3	2,68
Dryopteridaceae	3	2,68
Lycopodiaceae	3	2,68

4.2.3 Diversidad relativa por género

Los géneros con mayor diversidad relativa son; *Epidendrum* con 8 especies (7,27%) representatividad, *Elleanthus* con 5 especies (4,46%), *Blechnum* con 4 especies (3,57), *Elaphoglossum*, *Lycopodium*, *Axinea* y *Psychotria* con 3 especies (2,69%) respectivamente, (Los resultados totales se muestran en la tabla 6 del Apéndice).

En la siguiente tabla se muestran los 7 géneros más importantes reconocidas dentro de la caldera del volcán Reventador.

Tabla 13. Diversidad relativa (DiR) por géneros y riqueza de especies.

GENERO	Nº ESPECIE	DiR (%)
<i>Epidendrum</i>	8	7,14
<i>Elleanthus</i>	5	4,46
<i>Blechnum</i>	4	3,57
<i>Elaphoglossum</i>	3	2,69
<i>Lycopodium</i>	3	2,69
<i>Axinaea</i>	3	2,69
<i>Psychotria</i>	3	2,69

4.3 DISTRIBUCIÓN DE ESPECIES DENTRO DE LA CALDERA DEL VOLCÁN REVENTADOR

En cuanto a la distribución de la altitud donde se registra mayor grado de sucesión de especies. Se encuentra en la zona media de la caldera donde la topografía del suelo tiene una pendiente bajo de 7% y 25% respectivamente de relieve, en una altura del volcán a 2.135 y 2.208 msnm. También se encontró mayor concentración a 2.107 msnm, altitud que corresponde a la transición de sitios de regeneración natural causadas por perturbaciones de la erupción volcánica con bosque maduro, sitio donde se inició con los levantamientos (Ver figura 18 sobre distribución de individuo).

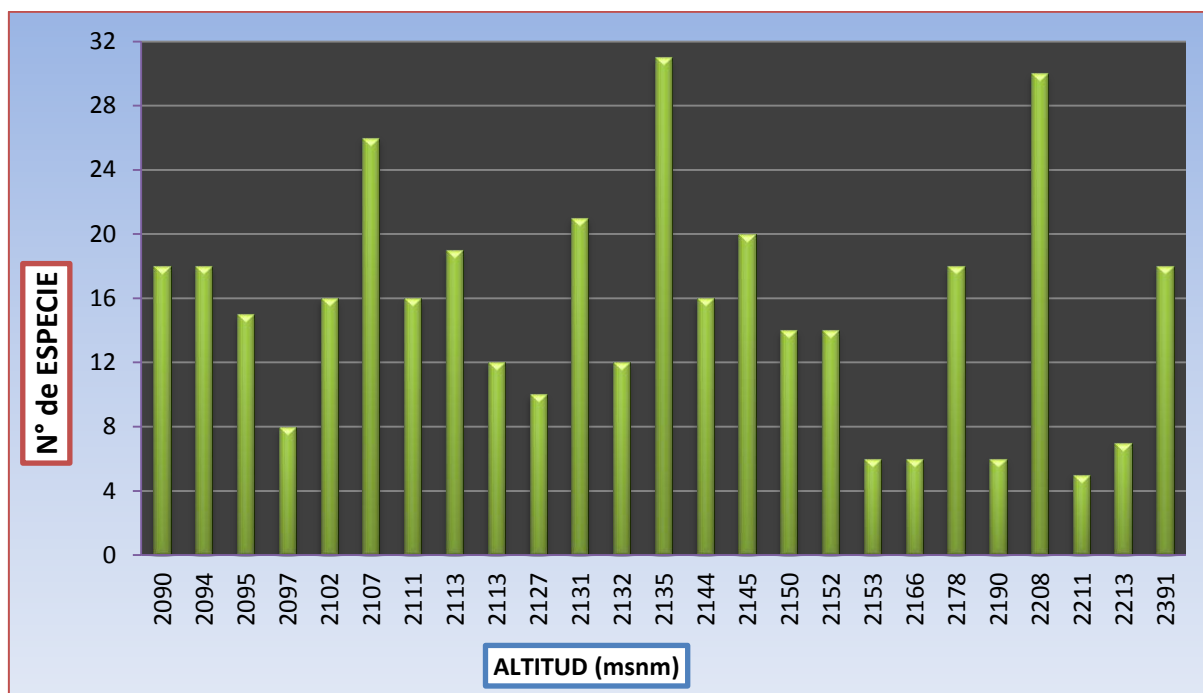


Figura 18. Distribución y número de individuos en relación a la altitud dentro de la caldera el volcán Reventador.

4.4 DESCRIPCIÓN DE LAS ESPECIES MÁS RELEVANTES DE LA FLORA DEL INTERIOR DE LA CALDERA DEL VOLCÁN REVENTADOR

FAMILIA BLECHNACEAE

En el interior de la caldera del volcán Reventador se encontró 1 género y 4 especies, a continuación se describe la especie más importantes, consideradas de acuerdo al grado de abundancia.



Blechnum divergens (Kunze) Mett.

La especie *Blechnum divergens* es una herbácea, es nativa, está distribuido en Costa, Andes y Amazonia, crece sobre los 5.00 - 3.000 msnm. En la amazonia se han registrado en las provincias de Napo, Pastaza, Morona y Zamora, (Jørgensen, P.M. y S. León-Yáñez, 1999). En la caldera del Reventador esta especie se encuentra con frecuencia, como especie pionera desde los 2.090 hasta 2.391 msnm.

FAMILIA LYCOPODIACEAE

En la caldera del volcán Reventador se registró 1 género y 3 especies.



***Lycopodium clavatum* L.**

La especie *Lycopodium clavatum* es una herbácea rastrera nativo de Galápagos, Andes y Amazonía, crece desde los 0 hasta los 4.000 msnm, (Jørgensen, P.M. y S. León-Yáñez, 1999). Se lo puede encontrar a esta especie fácilmente cubriendo áreas de deslaves como pionero, no requiere suelos ricos en nutrientes. En diciembre al igual que los musgos es cosechada para nacimientos, lo cual no favorece para su dispersión.

FAMILIA BROMELIACEAE

En el interior de la caldera del volcán Reventador se encontró 4 géneros y 7 especies, 3 especies de ellas son endémicas, a continuación se describe la especie más importantes, consideradas de acuerdo al grado de abundancia.



***Pitcairnia alata* L.B. Sm.**

La especie *Pitcairnia alata* es una hierba epífita, lo más importante es endémica, está distribuido en Andes, crece sobre los 2.000 hasta 3.000 msnm. En la amazonia cabe mencionar se ha registrado en la provincia de Zamora, (Jørgensen, P.M. y S. León-Yáñez, 1999). En este estudio se localiza en la provincia del Napo, en la caldera del Reventador. Está especie se encuentra con frecuencia, de 2.090 a 2.391 msnm.



***Tillandsia incarnata* Kunth**

Esta especie es una hierba epífita, es nativa, está distribuido en Costa, crece sobre los 500 - 3.500 msnm, (Jørgensen, P.M. y S. León-Yáñez, 1999). En la caldera del volcán Reventador esta especie se encuentra con

frecuencia, de 2.090 a 2.391 msnm.

FAMILIA ORCHIDACEAE

En la caldera del volcán Reventador se registraron 6 géneros y 19 especies de Orquídeas, 1 endémica a continuación se describe las especies más importantes, consideradas de acuerdo al grado de abundancia.



***Elleanthus ecuadorensis* Garay**

La especie *Elleanthus ecuadorensis* es una herbácea endémica de Costa y los Andes, se desarrolla entre los 500 a los 2.500 msnm, (Jørgensen, P.M. y S. León-Yáñez, 1999). En la caldera del volcán Reventador, está distribuida desde los 2.090 a 2.391 msnm, en suelos rocosos.



***Epidendrum lacustre* Lindl.**

En la caldera del volcán reventador la especie *Epidendrum lacustre* se desarrolla entre los 2.090 a 2.391 msnm, es una epífita de los andes.

FAMILIA POACEAE

En la caldera del volcán Reventador se registraron 6 géneros, 8 especies y 1 especie endémica.



***Parodiolyra lateralis* (J.Presl ex Ness) Soderstr. & Zuloaga**

La especie *lateralis* es nativa de los andes y se desarrolla entre los 1.000 a los 1.500 msnm, (Jørgensen, P.M. y S. León-Yáñez, 1999). En la caldera del volcán es muy común.

FAMILIA ASTERACEAE

En la caldera del volcán Reventador se registraron 8 especies de la familia asterácea, de las cuales 2 especies son endémicas, a continuación se describe las especies más importantes, consideradas de acuerdo al grado de abundancia.



Erato vulcanica (Klatt) H. Rob.

La especie *Erato vulcanica* es una herbácea-arbustiva que crece sobre los 1.000 - 1.500 msnm y 2.500-3.000 msnm, (Jørgensen, P.M. y S. León-Yáñez, 1999). En la caldera del Reventador está especie se encuentra con frecuencia, como especie pionera desde los 2.090 hasta 2391 msnm.



Erato polymnioides DC.

La especie *Erato polymnioides* es una herbácea-arbustiva, es nativa, está distribuido en Costa, Andes y Amazonia, crece sobre los 0 - 3.000 msnm, (Jørgensen, P.M. y S. León-Yáñez, 1999). En la caldera del Reventador está especie se encuentra con frecuencia, como especie pionera desde los 2.107 hasta 2.145 msnm.



Liabum kingii H. Rob.

La especie *Liabum kingii* es endémica, distribuido en los andes, crece sobre los 1.000 hasta los 2.000 msnm y 2.500 hasta 3.000 msnm. Generalmente se presenta como planta subarbusto, (Jørgensen, P.M. y S. León-Yáñez, 1999). Dentro de la caldera del Reventador se registró desde los 2.090 – 2.391 msnm.

FAMILIA ERICACEAE

En la caldera del volcán Reventador, se registró 4 géneros y 7 especie de los cuales 1 es endémicas, y son notables casi en todo la caldera especialmente en lugares de perturbaciones recientes como especie pionero de regeneración principalmente *Pernettya prostrata*.



Cavendishia tarapotana (Meisn.) Benth. & Hook. f.

La especie *Cavendishia tarapotana*, es una arbustiva y nativa, en el Ecuador está distribuido en la región Costa, Andes y Amazonia, crece entre los 0 a 2.000 msnm, (Jørgensen, P.M. y S. León-Yáñez, 1999).



Disterigma alaternoides (Kunth) Nied.

La especie *Disterigma alaternoides* es una planta arbustiva y se registra como nativa en los Andes Ecuatorial crece sobre los 1.500 hasta 4.000 msnm, (Jørgensen, P.M. y S. León-Yáñez, 1999). En la caldera del volcán Reventador se reconoció desde los 2090 a 2391 msnm.



Macleania rupestris (Kunth.) A.C. Sm.

La especie *Macleania rupestris* es un arbusto nativo de los andes, se desarrolla entre los 2.000 hasta los 4.500 msnm. Sus frutos son comestibles, (Jørgensen, P.M. y S. León-Yáñez, 1999).



Pernettya prostrata (Cav.) DC.

La especie *Pernettya prostrata* es una planta arbustiva nativa de los andes, crece desde los 1.000 hasta 4.500 msnm. Sus frutos no son comestibles y pueden ser peligrosos al ingerirlos, (Jørgensen, P.M. y S. León-Yáñez, 1999). En el caso del Reventador, esta

especie es notable en toda la caldera del volcán.

4.5 REGENERACIÓN NATURAL

Según el análisis de Braun Blanquet, los sitios del muestreo ubicados en las zonas menos perturbadas por la actividad volcánica presentaron mayor número de plantas pioneras. Las especies pioneras más abundante fueron *Nertera granadensis* (75%), *Macleania rupestris* (50%), *Parodiolyra lateralis* (25%), *Pityrogramma calomelanos* (25%), también presentan en pequeñas manchas de población de especies como *Blechnum divergens* (5%) y *Gunnera brephogea* (5%). En el estrato arbustivo alto y bajo predominan las siguientes especies: *Lycopodium jussiaei* (75%), *Macleania rupestris* (50%) de hoja gruesa alternadas de frutos blancos, con una altura de 0,40m a 1,20m, *Pernettya prostrata* (25%), al igual *Monocheatum lineatum* (50%), *Gunnera brephogea* (50%) y *Gunnera atropurpurea* (25%) de cobertura, *Erato polymnioides* (25%), *Erato vulcanica* (25%), *Pitcairnia alata* (25%). La especie *Elleanthus ecuadorensis* representa el 25% dentro de la caldera, estas plantas se adaptan como especies pioneras en suelos perturbados, juntos a otros factores micro climáticos forman distintas comunidades vegetales, las cuales demuestran como sucede la regeneración natural para que estas plantas lleguen como colonizadoras pioneras. Luego de perturbación por la actividad volcánica se crea un sustrato estéril o un terreno sin vegetación, los cuales están disponibles para su recolonización con nuevas especies de plantas, y también puede suceder que si la magnitud de perturbación no es suficientemente destructiva puede continuar la regeneración de los remanentes vegetales que sobreviven.

También en algunos lugares la regeneración se origina a partir de especies cercanas al área perturbada, esto es a través de dispersión de semillas por el viento o por animales, lo cual concuerda con lo observado en los sitios donde se encontró especies pioneras, ya que la caldera está rodeada por un exuberante bosque húmedo rico en especies vegetal y fauna. Luego de este proceso las plantas que adaptan a nuevas características del suelo, producen variaciones en las condiciones del sitio por efecto de luz, temperatura y propiedades del suelo, lo cual puede o no afectar su interacción con otras especies vegetales y animales.

Las erupciones volcánicas son la causa principal de los cambios sucesionales que normalmente ocurren en la vegetación, estas perturbaciones afectan en el tipo de suelo, frecuencia y destrucción de la estructura vegetal que a través del tiempo modifican el proceso de sucesión natural.

4.6 ESTRUCTURA DE LA VEGETACIÓN

En cada sitio estudiado se presentan diferentes tipos de suelo, las cuales a su vez, pueden condicionar el desarrollo subsecuente de la vegetación definiendo el patrón de desarrollo en cada sitio. Los datos más claros de erupción del volcán Reventador del 1987 y 2002 sería un indicio para marcar la estructura de la vegetación ya que es muy difícil determinar acertadamente porque no hay otros estudios similares realizados del Reventador sobre su proceso de erupción y afectación de la misma a la vegetación, el hecho mismo que está en una zona aislada de la población en medio de la selva hace que sea difícil su determinación a través de testigos.

4.7 IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE TIPO DE VEGETACIÓN

Se identificó después de un análisis realizado con trabajo del campo y análisis de oficina las siguientes estratos vegetales existentes dentro de la caldera del volcán Reventador que determinan la sucesión son: Estrato herbáceo, estrato arbustivo alto y bajo, también identificamos suelos desnudos pobladas por líquenes y musgos. A continuación se describe los estratos vegetales identificadas:

Estrato herbáceo: Esta categoría presenta un rango de cobertura vegetal del 95 al 100%, con una altura vegetal de 0,10 a 1,50 m. Según la escala de Braun-Blanquet, establece los valores de abundancia a la especie; *Nertera granadensis* con 75% de cobertura lo que define que esta especie predomina, seguidos con una dominante cobertura por arbustos de especies, *Macleania rupestris* (50%), también predominan las siguientes especies como *Parodiolyra lateralis* (25%), *Pityrogramma calomelanos* (25%), también presentan en pequeñas manchas de población de especies como *Blechnum divergens* (5%) y *Gunnera brephogea* (5%), El rango altitudinal de distribución va sobre los 2.094-2.132 msnm, en una pendiente de 5% a 15% esto determina que el lugar es muy favorable para regeneración de diferentes especies por sus características del suelo que está formado por arena y cenizas volcánicas y además en este tipo de suelos con poca pendientes tiene a su favor en retención de agua y muchas nutrientes que son arrastradas de la parte de arriba del cono volcánico.

Estrato arbustivo bajo: La altura vegetal de esta clasificación va de 0.40 a 1.60 m. Las especies pioneras que registran una sucesión mayor en este estrato vegetal según la escala de Braun-Blanquet, son la especie; *Macleania rupestris* con cobertura de 50%, tiene hoja gruesa alternadas de frutos blancos, con una altura de 0,40m a 1,20m, al igual *Monocheatum lineatum* con 50% de tallo rojizo, las hojas como referencia en forma de canoa, de la misma manera *Gunnera brephogea* tiene una representatividad del 50% de cobertura, también la especie *Erato polymnioides* posee el 25% de cobertura. La especie *Elleanthus ecuadorensis* tiene una representatividad de 25% de cobertura, esta última especie tiene un grado de adaptabilidad muy favorable en ambientes de poca presencia de materia orgánica. El rango altitudinal de distribución va sobre los 2.113-2.391 msnm, se desarrolla en un pendiente que va de 1% a 30% de relieve, lo cual demuestra un suelo regular ya que varía de su distribución de especies en diferentes zonas de topografía agreste, el lugar favorece en sucesión de especies ya que en años demuestra que no ha sido perturbado el lugar, eso da una señal de recuperación avanzada de las diferentes comunidades vegetales. También pueden ver la figura 19 donde se resume los cuatro estratos con especies de mayor peso ecológico identificados que determinan las sucesiones primarias en diferentes comunidades vegetales ya mencionadas.

Estrato arbustivo Alto: Esta unidad de paisaje agrupa las parcelas 3, 4, 9, 23, 25 y 5, 7, 10, 15, 24, con una cobertura de vegetación del 100% y la altura vegetal mide de 1 a 3 m. Según la escala de Braun-Blanquet, las especies que registran una sucesión mayor en estas parcelas son; *Lycopodium jussiaei*, con 75% de cobertura, *Blechnum divergens* con 50% de cobertura, también sobresalen las siguientes especies con importante presencia son *Erato vulcanica* (25%), *Pernettya prostrata* (25%), *Pitcairnia alata* (25%), *Gunnera atropurpurea* (25%), estas especies se adaptan como especies pioneras con más éxito de supervivencia en suelos poco desarrollados. El rango altitudinal de distribución va sobre los 2.090-2.208 msnm de altitud, también presenta una pendiente de 1% al 40% de relieve, esta determina que la topografía dentro de la caldera del volcán es moderada, por lo cual facilita una influencia directa de cambios de temperatura, determinada con una constante lluvia, viento que tiene dirección al valle amazónica.

Suelo desnudo formado por rocas volcánicas inmensas: Según la escala de Braun-Blanquet, establece los porcentajes de cobertura a la especie; *Pityrogramma calomelanos* con 50% de cobertura, es un helecho de especie pionera que adaptan en lugares desérticas, al igual la especie *Elleanthus fractiflexus* con 50% de cobertura es una orquídea que agrupa en lugares desérticas localizadas en las parcelas de 17 al 20, mientras que la *Gunnera atropurpurea* presenta una cobertura con un porcentaje de 25% en esta comunidad como especies pioneras, la familia Ericaceae también se presentan como pioneras en lugares desérticas en especial *Disterigma balslevii* con 5% de cobertura, un arbusto de 10-30 cm de altura, con hoja pequeña ovalada de frutos morado y flor blanco, que se hace presente como especie pionera en lugares desérticas con un buen grado de adaptabilidad.

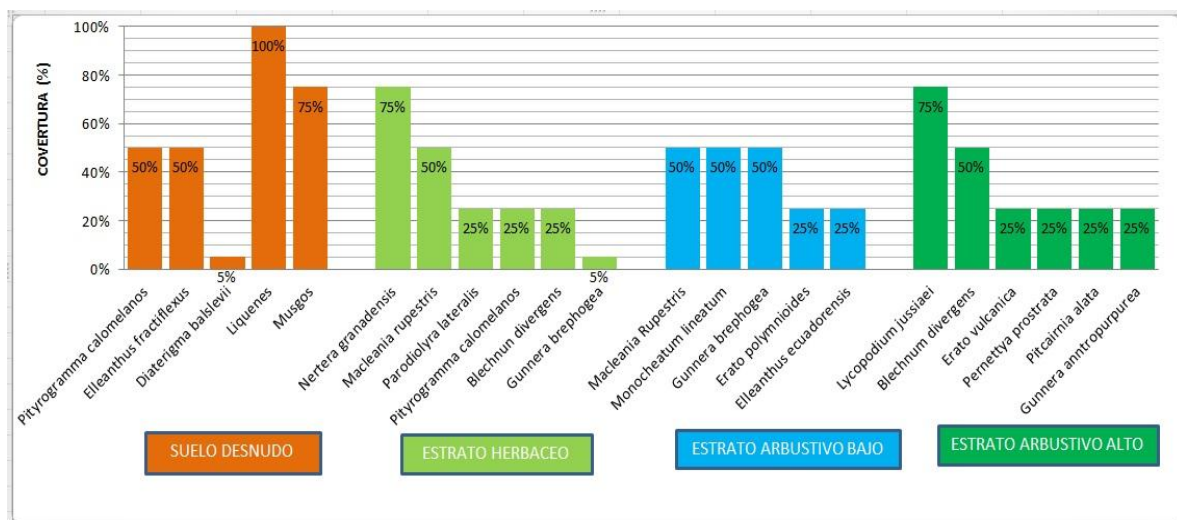


Figura 19. Especies de mayor peso ecológico según escala de Brau Blanquet (1979) agrupados por estratos que fueron identificados dentro de la caldera del volcán Reventador.

4.8 ENDEMISMO EN EL INTERIOR DE LA CALDERA DEL VOLCÁN REVENTADOR

La figura 21 muestra número de especies endémica por familia, cómo podemos apreciar a la familia Bromeliaceae sobresale con 3 especies endémicas y Melastomataceae con dos especies endémicas, los restos representan con una especie endémica cada familia, en total nueve familias en especies suman doce, dando como resultado un alto grado de endemismo en el interior de la caldera del volcán reventador.

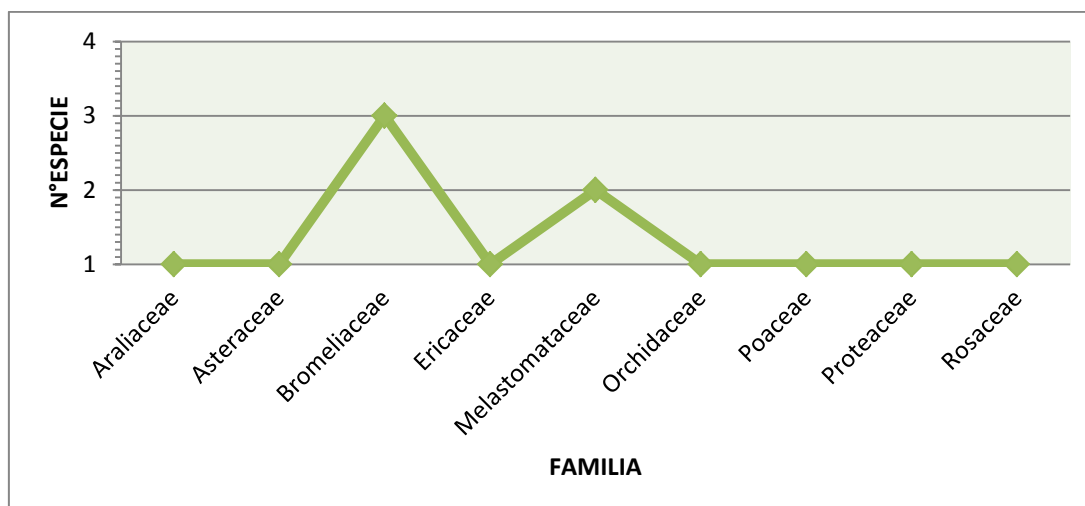


Figura 20. Número de especies endémicas por familias encontradas en la caldera.

En relación a las especies endémicas registradas, es muy alto con 12 especies endémicas del Ecuador, probablemente el alto endemismo se da debido a las condiciones favorables en lugares de regeneración de zonas aisladas, además presenta suelo de origen volcánica ricos en nutrientes para población de especies no comunes, también la influencia directa de bosque nublado que rodea alrededor de la caldera del volcán, hace que presente el repoblamiento acelerado de muchas especies, entre ellas las especies endémicas, todas estas especies se encuentran dentro del Parque Nacional Cayambe - Coca, volcán Reventador. A continuación se detalla cada uno de ellos.

Tabla 14. Especies endémicas del Ecuador registradas en el interior de la caldera del volcán Reventador localizado en PNCC y analizada según el criterio de UICN del Libro Rojo de Plantas Endémicas del Ecuador (Valencia et al., 2000).

Descripción de las 12 especies endémicas

***Oreopanax avicenniifolius* (Kunth) Decne. & Planch.**



(ARALIACEAE)

La especie *Oreopanax avicenniifolius* es un arbusto o árbol endémica de los andes 2.500 – 3.500 msnm. Se han registrados en las provincias de (AZU, BOL, CAÑ, CHI, LOJ, MOR), ahora se registró en la provincia de Napo y Sucumbíos en la caldera del volcán Reventador sobre los 2.208 msnm.

Estado de conservación de especies según UICN: NT = Casi amenazada, (Valencia et al., 2000).

***Liabum kingii* H. Rob.****(ASTERACEAE)**

La especie *Liabum kingii* es un sub-arbusto endémica de los andes se registra sobre 1.000 – 2.000 y 2.500- 3.000 msnm. Se han registrados en las provincias de (LOJ, MOR, NAP, PAS, TUN, ZAM), En la caldera del volcán Reventador se registró sobre los 2135 msnm.

Estado de conservación de especies según UICN: LC = Preocupación menor, (Valencia *et al.*, 2000).

***Guzmania fusispica* Mez & Sodiro****(BROMELIACEAE)**

La especie *Guzmania fusispica* es un hierba epifita endémica de los andes va de 1.000 – 2.000 msnm. Se han registrados en las provincias de (BOL, COT, ORO, LOJ, PIC), ahora se registró en la provincia de Napo y Sucumbíos en la caldera del volcán Reventador sobre los 2.135 msnm.

Estado de conservación de especies según UICN: VU A4c = vulnerable, * = No confirmada dentro del SNAP, (Valencia *et al.*, 2000).

***Pitcairnia alata* L.B. Sm.****(BROMELIACEAE)**

La especie *Pitcairnia alata* es una hierba epifita endémica de los andes sobre los 2.000 – 3.000 msnm. Se ha registrado solo en la provincias de Zamora, ahora se registró en la provincia de Napo y Sucumbíos en la caldera del volcán Reventador sobre los 2.208 msnm.

Estado de conservación de especies según UICN: EN B1ab (iii); D2 = En peligro, * = No confirmada dentro del SNAP, (Valencia *et al.*, 2000).

***Werauhia paupera* (Mez & Sodiro) J.R. Grant****(BROMELIACEAE)**

La especie *Werauhia paupera* es una hierba epífita endémica de los andes registrado de 0 – 1.000 msnm. Se han registrados en las provincias de (ESM, PIC), ahora se registró en la provincia de Napo y Sucumbíos en la caldera del volcán Reventador sobre los 2135 msnm.

Estado de conservación de especies según UICN: VU A4c = Vulnerable, * = No confirmada dentro del SNAP, (Valencia *et al.*, 2000).

***Macleania subsessilis* Luteyn****(ERICACEAE)**

La especie *Macleania subsessilis* es un arbusto endémica de costa y andes 0 – 1.500 msnm. Se ha registrado solo en la provincias de Esmeraldas, ahora se registró en la provincia de Napo y Sucumbíos en la caldera del volcán Reventador sobre los 2.178 msnm.

Estado de conservación de especies según UICN: EN A4c = En peligro, (Valencia *et al.*, 2000).

***Axinaea pauciflora* Cogn.****(MELASTOMATACEAE)**

La especie *Axinaea pauciflora* es un arbusto o árbol endémica de los andes 2.000 – 2.500 msnm. Se han registrados en las provincias de (LOJ, ZAM), ahora se registró en la provincia de Napo y Sucumbíos en la caldera del volcán Reventador sobre los 2.208 msnm.

Estado de conservación de especies según UICN: EN A4c = En peligro, (Valencia *et al.*, 2000).

***Axinaea sessilifolia* Triana****(MELASTOMATACEAE)**

La especie *Axinaea sessilifolia* es un árbol endémica de los andes va de 1.500 – 3.000 msnm. Se han registrados en las provincias de (BOL, CAR, CHI, RIO), ahora se registró en la provincia de Napo y Sucumbíos en la caldera del volcán Reventador sobre los 2.131 msnm.

Estado de conservación de especies según UICN: VU B1ab (iii) = Vulnerable, * = No confirmada dentro del SNAP, (Valencia *et al.*, 2000).

***Elleanthus ecuadorensis*
Garay****(ORCHIDACEAE)**

La especie *Elleanthus ecuadorensis* es una herbácea endémica de la costa y andes van de 500 – 2.500 msnm. Se han registrados en las provincias de (AZU, CAR, ESM, IMB, MOR, NAP, PIC, ZAM), registró en la provincia de Napo y Sucumbíos en la caldera del volcán Reventador sobre los 2.178 msnm.

Estado de conservación de especies según UICN: LC = Preocupación menor, (Valencia *et al.*, 2000).

***Pennisetum pauperum* Nees
ex Steud.****(POACEAE)**

La especie *Pennisetum pauperum* es una herbaceae endémica de galápagos y andes va de 1.000 – 2.000 msnm. Se han registrados en las provincias de (GAL, MOR), ahora se registró en la provincia de Napo y Sucumbíos en la caldera del volcán Reventador sobre los 2.094 msnm.

Estado de conservación de especies según UICN: NE = No evaluada, (Valencia *et al.*, 2000).

Roupala brachybotrys
I.M. Johnst.



(PROTEACEAE)

La especie *Roupala brachybotrys* es un arbusto o árbol endémica de los andes 1.000 – 2.500 msnm. Se han registrados en las provincias de (AZU, LOJ), ahora se registró en la provincia de Napo y Sucumbíos en la caldera del volcán Reventador sobre los 2.145 msnm.

Estado de conservación de especies según UICN: EN A4c; C1 = No peligro, * = No confirmada dentro del SNAP, (Valencia *et al.*, 2000).

***Prunus herthae* Diels**



(ROSACEAE)

La especie *Prunus herthae* es un árbol endémica de los andes y amazonia que va de 0 – 500 y 1.000 – 1.500 msnm. Se ha registrado solo en las provincia de Pastaza, ahora se registró en la provincia de Napo y Sucumbíos en la caldera del volcán Reventador sobre los 2.208 msnm.

Estado de conservación de especies según UICN: DD = datos insuficientes, * = No confirmada dentro del SNAP, (Valencia *et al.*, 2000).

NOTA: Abreviaturas de las provincias del Ecuador

AZU = AZUAY; BOL = BOLIBAR; CAÑ = CAÑAR; CAR = CARCHI;
CHI = CHIMBORAZO; COT = COTOPAXI; ESM = ESMERALDAS;
GAL = GALÁPAGOS; IMB = IMBABURA; LOJ = LOJA; NAP = NAPO;
MOR = MORONA; ORO = EL ORO; PAS = PASTAZA;
PIC = PICHINCHA; RIO = LOS RIOS; TUN = TUNGURAGUA;
ZAM = ZAMORA

En la caldera del volcán Reventador el estado de conservación según los criterios establecidos por la UICN son lo siguiente: cuatro endémicas son catalogados En Peligro, tres endémicas Vulnerables, dos endémicas en Preocupación Menor, un endémica Casi Amenazada, un endémica No Evaluada, un endémica Datos Insuficientes, además seis de 12 endémicas no incluyen hallazgos dentro del SNAP

5 DISCUSIÓN

Debido a que los estudios de regeneración natural después de erupciones volcánicas son escasos en Ecuador, se realiza la discusión con una comparación del único estudio realizado que se registra de erupción del 2006 del volcán Tungurahua.

Según estudios realizados por Schaefer Lauren (2008) acerca de la sucesión primaria de la vegetación sobre los flujos piro clásticos (FPs) del 2006 en el volcán Tungurahua, demuestran que es muy difícil determinar la vegetación natural debido al impacto volcánico y humano, esto fue atribuido al aporte del materiales recientes del volcán y a los incendios forestales provocados por las actividades agrícolas, en cambio en el presente estudio de la caldera del volcán Reventador no hay presencia de intervención humana que alteren su vegetación natural, lo único que interviene es el factor volcánico, por ende estamos refiriendo a escenarios diferentes en ambos estudios, por lo tanto esto causa que la predicción de la sucesión primaria o crecimiento sea difícil.

Por las condiciones difíciles de los FPs, Schaefer Lauren (2008) sugieren que la mayoría de las plantas no aparecen porque el recrecimiento de los bancos de semilla en el suelo no son viables, entonces afirman que las plantas llegan al flujo, por medio abiótico como por ejemplo el viento o bióticos tales como animales, esta afirmación tiene sentido para el caso del estudio realizado de la caldera, el avance de poblaciones vegetales no sucede donde hay disturbacion continua, en cambio en lugares de poco disturbacion hay el avance de poblaciones vegetales, esta explicación tendría validez ya que la influencia del bosques presente alrededor de la caldera están jugando un papel muy importante en regeneración natural en el interior de la caldera.

Con el presente modelo se intenta explicar los procesos que se dan en los cambios sucesionales, los factores que los regulan y los mecanismos que operan a nivel de especies vegetales. Se explica el concepto de etapa y el proceso de cambio entre una etapa y la siguiente, además de incluir las observaciones realizadas en la caldera del volcán Reventador perteneciente al PNCC. En el sitio objeto de la presente investigación, las diferentes condiciones micro climáticas, de suelos y las perturbaciones causadas por la actividad volcánica, son los factores que junto a las

características adaptativas de cada especie, generan un mosaico de diferentes comunidades vegetales.

De acuerdo a la agrupación de elementos como condiciones climáticas y geográficas, régimen de perturbaciones, grado de adaptación de los organismos colonizadores a las condiciones del sitio, y competencia e interacción entre organismos, se puede representar la forma en que funciona la regeneración en la caldera del volcán Reventador del PNCC:

1. Luego de la perturbación por la actividad volcánica, se crea un nuevo terreno sin vegetación (sustrato estéril en este caso), el cual está disponible para una recolonización de especies vegetales. En el caso que la perturbación no sea suficientemente severa, la vegetación remanente continúa con su crecimiento.
2. Algunas especies de áreas cercanas al área perturbada inician la colonización de diferentes formas, dispersión de semillas por el viento o por aves, o propágulos vegetativos si han sobrevivido en el suelo, en este último caso quedaría casi descartada ya que la sobrevivencia por propágulos es difícil en caso de materiales volcánicos como lavas, FPs.
3. Las plantas invasoras mueren o se establecen depende de su condición adaptativa en un nuevo sustrato.
4. Las interacciones de competencia y mutualismo entre las plantas afectan su establecimiento y posterior desarrollo.
5. Simultáneamente, las plantas producen variaciones en las condiciones del sitio por efecto de; luz, temperatura y propiedades del suelo, hecho que puede, o no, afectarlas en su continua interacción con otras plantas y animales.
6. Perturbaciones como la actividad volcánica, que son específicas del sitio como en tipo, frecuencia y severidad, modifican los procesos con efectos que difieren a través del tiempo. Específicamente en este caso, la actividad volcánica es la causa principal de los cambios en las sucesiones, adicionalmente a los cambios que normalmente ocurren en la vegetación.

En el caso de la caldera del volcán Reventador del Parque Nacional Cayambe Coca (PNCC), en base al análisis de la vegetación muestreada, se pudieron identificar cuatro fases o etapas de la sucesión primaria, la cual inicia con la sobre posición de lava

(sustrato estéril) en la vegetación existente, proceso denominado por (Walker y del Moral, 2003) como nudación o denudación. Luego de la migración y establecimiento de organismos que toleran las condiciones del sitio, tales como algas y líquenes, se inicia el proceso en el cual se crean las condiciones necesarias para el establecimiento de especies pioneras que se dispersan hacia el sitio. La colonización de especies se inicia a partir de la dispersión de semillas por el viento o por la fauna existente en el sitio. Si ocurren actividades fumarólicas, es posible que estas provoquen una regresión a la etapa inicial de la regeneración.

Debido a que el modelo propuesto en el presente estudio se basa en la comparación de la vegetación de diferentes sitios que se supone, son de diferentes edades, ya que la última erupción de gran magnitud se presentó en el año 2002 a partir de esa fecha ha surgido pequeñas erupciones alcanzando perturbaciones en la caldera a diferentes magnitudes, por lo tanto se asume que las condiciones iniciales de sitio en los estratos de herbáceo, arbustivo bajo y alto son similares, también presenta suelo desnudo formado por lavas y rocas volcánicas, donde prevalecen líquenes y musgos.

La presencia de diferentes grupos florísticos definidos enmarca el estado de regeneración en diferentes etapas de colonización vegetal.

Al comparar los estudios de Schaefer y Lauren (2008), se observa que la regeneración natural sobre los campos de material piro clásticos del volcán Tungurahua presentan menor representatividad de elementos florísticos que la caldera del volcán Reventador, 47 especies frente a 112 especies, con una notable presencia de especies endémicas, se debe que la caldera del volcán Reventador, se encuentra rodeada por un bosque húmedo tropical que abastece de semillas a través de acciones del viento y fauna existente y condiciones climáticas favorables para su rápido repoblamiento con especies vegetales. Además la situación geográfica de ubicación del volcán Reventador dentro de la selva amazónica favorece a que las especies se regeneren rápidamente.

También analizamos con un estudio realizado por (Aguirre, 2001) sobre la diversidad y composición florística de una área de vegetación disturbada por incendios forestales en el Parque Universitario de Educación Ambiental y Recreación (PUEAR), de la Universidad de Loja en donde se han registrado 137 especies dentro de 109 géneros en 50 familias en una altura que va desde los 2.250 a 2.520 msnm. En dicho estudio

incluyen elementos arbóreos, arbustivos, herbáceos, trepadores y rosetas. Esto en comparación con el registro de la caldera del volcán Reventador que es de 112 especies dentro de 70 géneros en 42 familias en una altura que va de 2.090 a 2.350 msnm, en análisis de estos datos nos da un escenario casi similar en ambos estudios con la diferencia que el uno es producto de un incendio forestal y la otra producto de erupciones volcánicas, es decir la regeneración natural en ambos escenarios casi son las mismas con una ligera supremacía en lugares producidos por incendios forestales esto se debe a que su sistema de regeneración es más ágil, ya que muchas especies son resistentes al fuego y también tiene que ver mucho el factor clima, en cambio en regeneración natural en lugares perturbados por erupciones volcánicas son lentos y además la regeneración comienza desde cero, el endemismo en el estudio realizado por (Aguirre, 2001) muestra que hay 15 especies endémicas, en cambio en la caldera del Reventador se registró 12 especies endémicas, eso nos da un alto número de presencias de especies endémicas en ambos escenarios, la cual indica que los factores ambientales son importantes en regeneraciones naturales en cualquier desastre natural.

Hablando de endemismo en un estudio realizado por Lozano, *et al.*, (2003) de estado actual de la flora endémica exclusiva y su distribución al occidente del Parque Nacional Podocarpus nos muestra que cuenta con 99 exclusivas especies endémicas, pertenecientes a 29 familias y 57 géneros, esto en comparación con el parque Nacional Cayambe Coca no podría dar un número exacto de especies endémicas que hay en ella, pero sí puedo decir exclusivamente de la caldera del Volcán Reventador donde hice el presente estudio la cual es perteneciente al PNCC, por lo tanto en la caldera se registró 12 especies endémicas de los cuales 6 especies según el criterio del UICN (2000) no han sido antes registrado dentro del SNAP.

Con el análisis de las especies endémicas localizadas en la caldera del volcán reventador se comprobó la siguiente hipótesis planteada: “*En áreas de regeneración de zonas aisladas se encuentra el mayor endemismo.*” Efectivamente el endemismo predomina con un alto grado de presencia en zonas aisladas de regeneración natural, en este caso en suelos de origen volcánico, ubicada dentro de la caldera del volcán Reventador.

Finalmente se establece que los ecosistemas de la caldera del volcán Reventador y su alrededor, no se evidencio ninguna actividad humana, tales como la quema, agricultura,

pastoreo, tala de árboles, etc. Comprobando que la caldera del volcán Reventador es un caso aislado de toda actividad humana, se encuentran en un estado medio de conservación ya que su permanencia está amenazado por la constante actividad del volcán Reventador, cabe señalar es uno los volcanes más activos del Ecuador, dentro de la caldera presenta con un rango de cobertura vegetal de 70 a 100%. La conservación de este ecosistema es debido a la distancia, terreno agreste y al difícil acceso al lugar y principalmente por una constante amenaza del volcán Reventador por proceso de erupción, otro factor más de conservación es que pertenece al SNAP del país.

6 CONCLUSIÓN

- ▶ Debido a su situación geográfica, el mecanismo principal para la regeneración natural incluye la cantidad de agua, la incidencia del sol, el micro-nicho ecológico y la distancia de la vegetación aledaña.
- ▶ La vegetación en diferentes estados de sucesión primaria dentro de la caldera del volcán Reventador varía en términos de estructura, composición, y diversidad en sitios impactados por perturbaciones ocasionadas por la actividad volcánica, de acuerdo a la edad de la sucesión.
- ▶ Las erupciones volcánica que produjeren a diferentes escalas temporales a través de los años que va desde 1941 a 2002, dentro de la caldera han generado un mosaico de comunidades de flora con características estructurales y de composición particulares podría decir únicas de su orígenes y la densidad de vegetación es menor en sitios recientemente perturbados por la actividad volcánica.
- ▶ La composición de la vegetación en los sitios muestreados permitió identificar 4 tipos de estrato en el área de estudio nombrados de la siguiente forma: (1) estrato herbáceo; (2) estrato arbustivo bajo; (3) estrato arbustivo alto; y (4) estrato de suelo desnudo formado por inmensas rocas volcánicas.
- ▶ Los estratos vegetales no impactados recientemente por la actividad volcánica presentan una distribución más homogénea con respecto al número de individuos. Esto hace que la diversidad en estos sitios tienda a ser mayor, comparado con los sitios recientemente impactados.
- ▶ No se descarta la posibilidad de que en el interior de la caldera del volcán Reventador, localizada dentro del Parque Nacional Cayambe-Coca se puedan encontrar sucesiones diferentes a las estudiadas, debido principalmente a la

variabilidad en la dinámica de las comunidades vegetales, y la constante actividad volcánica en el área.

- ▶ Las especies más comunes que se regeneran naturalmente son: en estrato herbáceo: prevalecen las siguientes especies; *Nertera granadensis* con (75%), *Macleania rupestris* (50%), *Parodiolyra lateralis* (25%), *Pityrogramma calomelanos* (25%), En el estrato arbustivo alto y bajo predominan las siguientes especies: *Lycopodium jussiaei*, con (75%), *Macleania rupestris* con 50(%), *Pernettya prostrata* (25%), al igual *Monocheatum lineatum* con (50%), *Gunnera brephogea* con 50% y *Gunnera atropurpurea* (25%) de cobertura, *Erato polymnioides* con el (25%), *Erato vulcanica* (25%), *Pitcairnia alata* (25%).
- ▶ El estado de conservación según los criterios establecidos por la UICN de los 12 especies endémicas localizadas en la caldera del volcán Reventador, 4 endémicas son catalogados En Peligro, 3 endémicas Vulnerables, 2 endémicas Preocupación Menor, 1 endémica Casi Amenazada, 1 endémica No Evaluada, 1 endémica Datos Insuficientes.
- ▶ Se constató que la caldera del volcán Reventador se encuentran en un estado medio de conservación, ya que está amenazado por la actividad volcánica, y presenta una cobertura vegetal entre 70% y 100%.

7 RECOMENDACIONES

- La presente investigación se podría enriquecer con la combinación de estudios edafológicos, topográficos y climatológicos en el área, para realizar inferencias de mayor complejidad en cuanto a la vegetación y los procesos de desarrollo de la misma.
- Crear una base de datos con la información obtenida, y tener como punto de partida para estudios posteriores para poder determinar el estado de conservación de este ecosistema.
- Basados en la información generada en el presente documento, se podría proponer a los administradores del parque Nacional Cayambe-Coca que en el plan de manejo se contemplen las etapas sucesionales estudiadas dentro de la caldera, para proteger las diferentes comunidades vegetales, las cuales se presentan como producto de los diferentes procesos e interacciones de las mismas con la actividad volcánica.
- Realizar monitoreo de la flora en esta zona en diferentes épocas del año, para determinar la fenología y comportamiento de las especies en etapas sucesionales de la regeneración natural.
- Difundir los resultados de esta investigación a los actores locales y regionales con la finalidad de fomentar políticas de conservación.
- Es necesario realizar estudios similares al presente para ampliar la disponibilidad de información de sucesiones primarias en perturbaciones por eventos volcánicos.

8 RESUMEN

Con el objeto de contribuir al conocimiento del desarrollo de la vegetación en regeneración primarias originadas a partir de deposiciones de materiales volcánicos se realizó la presente investigación en la caldera del volcán Reventador localizado dentro del Parque Nacional Cayambe – Coca comprendido entre la provincia Napo y Sucumbíos en la Amazonia Ecuatoriana. Toda el área de la caldera del volcán Reventador presenta perturbaciones por erupciones volcánicas en diferentes ocasiones señalando que ha registrado total de 17 erupciones entre 1541 a 2013, siendo la más reciente del año 2002 a gran magnitud y una magnitud media en el año 2005 y 2008.

En esta investigación se planteó la siguiente hipótesis: La presencia de diferentes grupos florísticos determinan los estados de sucesión primaria y secundaria en la dinámica de regeneración vegetal en zonas influenciadas por efectos naturales de lava volcánicas.

Para realizar el presente estudio primero se identificó el lugar, luego se procedió a establecer parcelas temporales para muestreo para ello se procedió a aplicar la metodología de levantamientos florístico-ecológicos de Braun-Blanquet (1979), se instalaron 25 parcelas de muestreo de 5 x 5 m en ocasiones de 7x7m dependiendo de abundancia de especies florísticos a diferente altura que va de 2090 hasta 2391 msnm, no se pudo avanzar a mas altura por condiciones agreste del relieve y actividad volcánico. La identificación taxonómica de cada espécimen se realizó en los herbarios QCNE del Museo Ecuatoriana de Ciencias Naturales, reconociendo 112 especies de plantas vasculares terrestres, pertenecientes a 70 géneros en 42 familias botánicas de las cuales 12 especies son endémicas. Las especímenes colectados luego de respectivo identificación y análisis se reposan en el herbario de ECUAMZ de la universidad Estatal Amazónica y el duplicado en herbarios de QCNE, QCA y herbario AAU de la universidad de Aarhus-Dinamarca. Entre las especies botánicas más representativas de la caldera del volcán Reventador son; *Liabum kingii* (Asteraceae), *Pitcairnia alata* (Bromeliaceae), *Elaphoglossum ambiguum* (Dryopteridaceae) *Lycopodium jussiaei* (Lycopodiaceae), *Monocheatum lineatum* (Melastomataceae), *Elleanthus ecuadorensis*, *Elleanthus fractiflexus* (Orchidaceae), *Parodiolyra lateralis* (Poaceae), *Pityrogramma calomelanos* (Pteridaceae) y *Pernettya prostrata*, *Disterigma balslevii* (Ericaceae),

Blechnum divergens (Blechnaceae), *Gunnera atropurpurea* (Gunneraceae), *Nertera granadensis* (Rubiaceae), también son conocidas en otras áreas Costa, Andes y Amazonia del Ecuador.

Los análisis de afinidad florística se realizaron usando el programa TWISNPAN en el que se puede reconocer la separación de dos comunidades a su vez en tres sub unidad y siete asociaciones vegetales cada uno con su patrón de regeneración bien definidos, las comunidades se separan dentro de la caldera del volcán en sustrato herbáceo, arbustivo bajo y alto esto engloba dentro de la primera comunidad que va de (2.090-2.391 msnm) y formado por suelo desnudo con rocas volcánicas que va de (2.153-2.213 msnm). El mayor número de especies se registra en la primera comunidad, cuya distribución se relaciona con la magnitud de disturbacion que dejo la erupción volcánica del año 2002 la más reciente de magnitud considerable.

Se mostraron similitud en su diversidad florística y riqueza de especies. En la caldera del volcán Reventador las perturbaciones provocadas por la actividad volcánica, son factores determinantes que afectan y modifican los patrones de la vegetación de las sucesiones en etapa de sucesión primaria. Dicho efecto va disminuyendo conforme la sucesión avanza en el tiempo, siempre y cuando no la precedan otras perturbaciones. Dicha secuencia inicia en el momento que se produce la deposición de un sustrato estéril (acumulación de lava) producto de la actividad volcánica, y finaliza en el momento que el ecosistema alcanza una estabilidad o equilibrio, el cual es producto de la interacción de procesos como migración y establecimiento de especies, competencia y reacción de las mismas, y en los cuales los mecanismos que afectan la dinámica de la vegetación pueden ser intra (estrategias de regeneración y, capacidad de colonización, crecimiento y desarrollo), o inter (facilitación, tolerancia e inhibición) específicos. Espero con este trabajo poder colaborar a futuras investigaciones referente al tema de sucesiones primarias de origen volcánica.

9 SUMMARY

In order to contribute to the knowledge of the development of vegetation in primary regeneration originated from deposits of volcanic materials of this research was conducted in the crater Reventador located within the Cayambe- Coca National Park between the province Napo and Sucumbíos in the Ecuadorian Amazon. The whole area of Reventador volcano caldera volcanic disturbances present in different occasions noting that 17 eruptions recorded between 1541-2013 all the most recent being in 2002 at large and the average magnitude in 2005 and 2008.

In this research, the following hypothesis was posed: The presence of different floristic groups determine the states of primary and secondary succession in the dynamics of plant regeneration influenced by natural effects of volcanic washed areas.

To perform this study first identified the place, then proceeded to establish temporary plots for sampling it proceeded to apply the methodology of floristic-ecological surveys of Braun-Blanquet (1979), 25 sample plots installed of 5x5 m and 7x7m sometimes depending on abundance of floristic species at different heights ranging from 2090-2391 meters, could not advance to more rugged height of the relief conditions and volcanic activity. The taxonomic identification of each specimen was performed in QCNE Herbal Ecuadorian Museum of Natural Sciences, recognizing 112 species of terrestrial vascular plants, belonging to 70 genera in 42 plant families of which 12 species are endemic. The specimens collected after respective identification and analysis lie in the herbarium of ECUAMZ Universidad Estatal Amazónica herbal, QCNE doubled, QCA and herbal AAU Aarhus-Dinamarca University. Among the most representative of the boiler plant species Reventador volcano are; *Liabum kingii* (Asteraceae), *Pitcairnia alata* (Bromeliaceae), *Elaphoglossum ambiguum* (Dryopteridaceae) *Lycopodium jussiaei* (Lycopodiaceae) *Monocheatum lineatum* (Melastomataceae), *Elleanthus ecuadorensis*, *Elleanthus fractiflexus* (Orchidaceae), *Parodiolyra lateralis* (Poaceae), *Pityrogramma calomelanos* (Pteridaceae) and *Pernettya prostrata*, *Disterigma balslevii* (Ericaceae), *Blechnum divergens* (Blechnaceae), *Gunnera atropurpurea* (Gunneraceae) *Nertera granadensis* (Rubiaceae), are also known in other areas Coast, Andes and Amazon of Ecuador.

Floristic affinity analyzes were performed using the TWISNPAN program that can recognize the separation of two communities into three sub unit and seven plant associations each with a well-defined pattern of regeneration, communities are separated within the caldera in herbaceous substrate, low and high shrub that included within the first community to give (2.090-2.391msnm) and consists of bare soil with volcanic rocks ranging from (2.153-2.213msnm). The highest number of species recorded in the first community, whose distribution is related to the magnitude of disturbacion that left the volcanic eruption of 2002, the most recent of considerable magnitude.

Showed similarity in floristic diversity and species richness. In Reventador volcano caldera disruption caused by volcanic activity, are key factors that affect and modify the patterns of vegetation succession stage of primary succession. This effect decreases as succession progresses in time, provided that no other disturbances preceding. This sequence begins when the sterile substrate deposition (accumulation of lava) product of volcanic activity occurs, and ends when the ecosystem reaches a stability or balance, which is the product of the interaction of processes as migration and establishment of species competition and reaction thereof, and in which the mechanisms affecting vegetation dynamics can be intra (regeneration strategies and colonization ability, growth and development) or inter (facilitation, tolerance and inhibition) specific. I hope to collaborate with this work for future research regarding the issue of primary volcanic origin sequences.

10 BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre, Z. 2001. Diversidad y composición florística de un area de vegetación disturbada por incendios forestales. Educación Ambiental y Recreación "Ing. Francisco Vivar C." PUEAR, de la Universidad Nacional de Loja-Ecuador.
- Beard, L.S. 1945. The progress of plant succession on the Soufriere of St. Vincent. Ecology 32: 1-9.
- Bellingham, P.J., L.R. Walker, D.A. Wardle. 2001. Differential facilitation by a nitrogen fixing shrub during primary succession influences relative performance of canopy tree species. Journal of Ecology 89: 861-875.
- Braun Blanquet, J. 1979. Fito Sociología-Bases para el Estudio de las Comunidades Vegetales. España.
- Clarkson, Bruce D. 1990. "A review of vegetation development following recent (<450 years) volcanic disturbance in north island. New Zealand." New Zealand Journal of Ecology 14: 59-71.
- Calvo, L., S. Santalla, L. Valbuena, E. Marcos, R. Tárrega y E. Luis-Calabuig. 2008. Post-fire natural regeneration of a *Pinus pinaster* forest in NW Spain. Plant Ecology 197:81-90.
- Dalling, J.W., S.P. Hubbell. 2002. Seed size, growth rate and gap microsite conditions as determinants of recruitment success for pioneer species. Journal of Ecology 90: 557-568.
- ECOLAP y MAE. 2007. Guía del Patrimonio de Áreas Naturales Protegidas del Ecuador. ECOFUND, FAN, DarwinNet, IGM. Quito, Ecuador.
- Elias, R.B. y E. Dias. 2004. Primary succession on lava domes on Terceira (Azores). Journal of Vegetation Science 15: 331-338.
- Eggler, W. A. 1959. Manner of invasion of volcanic deposits by plants, with further evidence from Paracutin and Jorullo. Ecol. Monogr. 29: 267-286.
- Finegan, B. 1984. Forest succession. Nature 312 (8): 109-114.
- Finegan, B. 2004. Manejo para metas de conservación: principios y aplicaciones. Apuntes del curso Ecología y Biología de la conservación. Escuela de Posgraduados, CATIE. Turrialba, CR.
- Foster, D.R., D. H. Knight, D. H. y J.F. Franklin. 1998. Landscape patterns and legacies resulting from large, infrequent forest disturbances. Ecosystems 1: 497-510.

- Hill, M. O. 1994. DECORANA and TWISPAN, for ordination and classification of multivariate species data: a new edition, together with supporting programs, in FORTRAN 77. Huntingdon. Pp. 57.
- Hall, M. 1980. El Reventador, Ecuador: un Volcán activo de los Andes Septentrionales. *Revista Politécnica* Vol. 5, No. 2, p. 123-136.
- Hall, M., Ramón, P., Monthes, P., LePennec, J.L., Garcia, A., Samaniego, P., Yepes, H. 2004. Volcanic eruptions with little warning: the case of Volcán Reventador's Surprise November 3, 2002 Eruption, Ecuador. *Revista Geológica de Chile*, Vol. 31, No.2, p.349-358.
- Hantke, G., Parodi, A. 1966. Catalogue of the Active Volcanoes of the World, Part XIX. International Association of Volcanology and Chemistry of the Earth's Interior (IAVCEI), Rome. p. 73.
- Huston, M., T. Smith. 1987. Plant succession: life history and competition. *The American Naturalist* 130 (2): 168-198.
- INECEL. 1988. Estudio Vulcanológico de El Reventador. Quito, Ecuador. 117 p.
- Iniguez, J. M., T. W. Swetnam y S. R. Yool. 2008. Topography affected landscape fire history patterns in southern Arizona, USA. *Forest Ecology and Management* 256: 295-303.
- Jørgensen, P.M. y S. León-Yáñez (eds.). 1999. Catalogue of the vascular plants of Ecuador. *Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard.* 75: i-viii, 1-1182.
- Lozano, P., T. Delgado y Z. M. Aguirre. 2003. Estado Actual de la Flora Endémica Exclusiva y su Distribución en el Occidente del Parque Nacional Podocarpus. Publicaciones de la Fundación Ecuatoriana para la Investigación y Desarrollo de la Botánica. Loja, Ecuador. P. 180.
- Del Moral, R. y S.Y Grishin. 1999. "Volcanic Disturbances and Ecosystem Recovery". In L.R. Walker (Ed), *Ecosystem of disturbed ground, ecosystems of the world* 16: 137-60.
- Mc Clanahan, T.R. y R.W. Wolfe. 1993. Accelerating forest succession in a fragmented landscape: the role of birds and perches. *Conservation Biology* 7(2): 279-288.
- Newhall, C.G. y S. Self, 1982. The volcanic explosivity index (VEI): An estimate of explosive magnitude for historical volcanism. *Journal of Geophysical Research*, Vol. 87, p. 1231-1238.
- Penzing, O. 1902. Die Fortschritte des Flora des Krakatau. *AM. Jard. Bot. Buitenzorg*, 8:92-115.

- Paine, R.T., Tegner, M.J. y E.A. Jonson. 1998. Compounded perturbations yield ecological surprises. *Ecosystems* 1: 535-545.
- Pickett, S.T., Collins, S.L. y J.J. Armesto. 1987. Models, mechanisms and pathways of succession. *The Botanical Review* 53 (3): 334-371.
- Robyns, W. 1932. La colonisation végétale de laves récentes du volcán Rumoka. Bruxelles, Institut Royale Coloniale Beige, 31 p.
- Rodríguez, D. A. 2008. Fire Regimes, Fire Ecology, and Fire Management in Mexico. *AMBIO: a Journal of the Human Environment* 37:548-556.
- Schaefer, L. 2008. La sucesion primaria de la vegetacion sobre los flujos piroclásticos del 2006 en el Volcan Tungurahua. Trabajo no publicado, De Pauw University, EE. UU. 25p
- Skotberg, C. 1941. Plant succession and recent lava flows in the island of Hawaii. *Goteborgs Kungl. Vetenskaps- och. Vitterhets-Samhiilles Handdlingar, Sjätte serien. Ser B, Band 8*: 1-32.
- Turner, M.G., W.L. Baker, C.H.J. Peterson, R.K. Peet. 1998. Factors influencing succession: lessons from large, infrequent natural disturbances. *Ecosystems* 1: 511-523.
- Tilman, D. 1993. Community diversity and succession: the roles of competition, dispersal and habitat modification In Schulze, E.D., H.A. Mooney (Eds). *Biodiversity and ecosystem function*. Springer-Verlag, Berlin. P 327-344.
- Valencia, R., Pitman, N., Leon-Yanes, S. y Jørgensen, P. 2000. Libro Rojo de las Plantas Endémicas del Ecuador. Herbario QCA. Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito.
- Vargas, U., G. 1985. La sucesión vegetal primaria en una región de vulcanismo reciente en el Volcán Arenal y sus alrededores, Costa Rica. Departamento de Geografía, Universidad de Costa Rica. 13 p.
- Vidal, O. J. y A. Reif. 2011. Effect of a tourist-ignited wildfire on *Nothofagus pumilio* forests at Torres del Paine biosphere reserve, Chile (Southern Patagonia). *Bosque* 32:64-67.
- Villarreal, M. L. y S. R. Yool. 2008. Analysis of fire-related vegetation patterns in the Huachuca Mountains, Arizona, USA, and Sierra los Ajos, Sonora, Mexico. *Fire Ecology* 4:14-33.
- Walker, L.R. y Del Moral, R. 2003. Primary succession and ecosystem rehabilitation. Cambridge University Press, UK. 456 p.

- Whittaker, R.J., Bush, M.B. y K. Richards. 1989. Plant recolonization and vegetation succession on the Krakatau islands, Indonesia. *Ecological Monographs* 59 (2): 59-123.
- Whittaker, R.H. 1970. *Communities and ecosystems*. The Macmillan Company. New York, USA. 158 p.
- Wiegand, T., Revilla, E. y K.A. Moloney. 2005. Effects of habitat loss and fragmentation on population dynamics. *Conservation Biology* 19(1): 108-121.
- Wiegand, G. y B. Felkins. 2001. Primary succession in post-mining landscapes of Lower Lusatia: change or necessity. *Ecological Engineering* 17: 199-217.

11 APÉNDICES

Tabla 1. Listado de especies vegetales identificadas en la caldera del volcán Reventador. Se indican las comunidades y asociaciones a las que pertenecen según el análisis Twinspan.

N°	Familia	Especies	Autor	Comuni dad	Asociación
1	Actinidiaceae	<i>Saurauia brachybotrys</i>	Turcz.	I	V y VI
2	Apiaceae	<i>Hydrocotyle humboldtii</i>	A. Rich.	I	III y IV
3	Apocynaceae	<i>Anechites nerium</i>	(Aubl.) Urb.	I	III y IV, V y VI
4	Aquifoliaceae	<i>Ilex yurumanguinis</i>	Cuatrec.	I	V y VI
5	Aquifoliaceae	<i>Ilex laurina</i>	Kunth	I	V y VI
6	Araceae	<i>Anthurium andraeanum</i>	Linden	I	V y VI
7	Araliaceae	<i>Oreopanax avicenniifolius</i>	(Kunth) Decne. & Planch.	I	V y VI
8	Arecaceae	<i>Prestoea schultzeana</i>	(Burret) H.E. Moore	I	I y II
9	Asteraceae	<i>Ageratina azangaroensis</i>	(Sch. Bip. ex Wedd.) R.M. King & H. Rob.	I	V y VI
10	Asteraceae	<i>Ageratina pichinchensis</i>	(Kunth) R.M. King & H. Rob.	I	III y IV, V y VI
11	Asteraceae	<i>Baccharis buddlejoides</i>	Kunth	I	I y II, III y IV, V y VI
12	Asteraceae	<i>Baccharis latifolia</i>	(Ruiz & Pav.) Pers.	I	I y II, V y VI
13	Asteraceae	<i>Erato vulcanica</i>	(Klatt) H. Rob.	I	III y IV, V y VI
14	Asteraceae	<i>Erato polymnioides</i>	DC.	I	III y IV, V y VI
15	Asteraceae	<i>Liabum kingii</i>	H. Rob.	I	I y II, III y IV, V y VI
16	Asteraceae	Sp.		I, II	V y VI
17	Blechnaceae	<i>Blechnum acutum</i>	(Desv.) Mett.	I	III y IV
18	Blechnaceae	<i>Blechnum glandulosum</i>	Kaulf. ex Link	I	V y VI
19	Blechnaceae	<i>Blechnum cordatum</i>	(Desv.) Hieron.	I	III y IV
20	Blechnaceae	<i>Blechnum divergens</i>	(Kunze) Mett.	I	I y II, V y VI
21	Bromeliaceae	<i>Guzmania fusispica</i>	Mez & Sodiro	I	III y IV, V y VI
22	Bromeliaceae	<i>Guzmania variegata</i>	L.B. Sm.	I	III y IV, V y VI

23	Bromeliaceae	<i>Pitcairnia alata</i>	L.B. Sm.	I	I y II, V y VI
24	Bromeliaceae	<i>Pitcairnia commixta</i>	L.B. Sm.	I	III y IV
25	Bromeliaceae	<i>Tillandsia incarnata</i>	Kunth	I	I y II, V y VI
26	Bromeliaceae	<i>Werauhia hygrometrica</i>	(Andre) J.R. Grant	I	V y VI
27	Bromeliaceae	<i>Werauhia paupera</i>	(Mez & Sodiro) J.R. Grant	I	III y IV, V y VI
28	Campanulaceae	<i>Centropogon sp.</i>		I	I y II
29	Caprifoliaceae	<i>Viburnum hallii</i>	(Oerst.) Killip & A.C. Sm.	I	I y II, V y VI
30	Celastraceae	<i>Perrottetia quinduensis</i>	Kunth	I	I y II
31	Clusiaceae	<i>Clusia alata</i>	Triana & Planch.	I	V y VI
32	Clusiaceae	<i>Vismia baccifera</i>	(L.) Triana & Planch.	I	V y VI
33	Clusiaceae	<i>Vismia floribunda</i>	Sprague	I	III y IV
34	Coriariaceae	<i>Coriaria ruscifolia</i>	L.	I	I y II, III y IV, V y VI
35	Cunoniaceae	<i>Weinmannia balbisiana</i>	Kunth	I	III y IV
36	Cunoniaceae	<i>Weinmannia pinnata</i>	L.	I	V y VI
37	Cyclanthaceae	<i>Asplundia schizotepela</i>	Harling	I	V y VI
38	Cyperaceae	<i>Carex bonplandii</i>	Kunth	I	III y IV
39	Cyperaceae	<i>Rhynchospora ruiziana</i>	Boeck.	I	V y VI
40	Cyperaceae	<i>Rhynchospora polyphylla</i>	(Vahl) Vahl	I	I y II, III y IV, V y VI
41	Dennstaedtiaceae	<i>Pteridium arachnoideum</i>	(kaulf.) Maxon	I	III y IV, V y VI
42	Dryopteridaceae	<i>Elaphoglossum ambiguum</i>	(Mett.ex H.Crist) Alston	I	V y VI
43	Dryopteridaceae	<i>Elaphoglossum ciliatum</i>	(C.Presl) T. Moore	I	III y IV, V y VI
44	Dryopteridaceae	<i>Elaphoglossum papillosum</i>	(Baker) H. Christ	I	III y IV, V y VI
45	Equisetaceae	<i>Equisetum bogotense</i>	Kunth	I	I y II, III y IV, V y VI
46	Ericaceae	<i>Cavendishia nobilis</i>	Lindl.	I, II	I y II, III y IV, V y VI
47	Ericaceae	<i>Cavendishia tarapotana</i>	(Meisn.) Benth. & Hook. f.	I	III y IV, V y VI
48	Ericaceae	<i>Disterigma alaternoides</i>	(Kunth) Nied.	I	I y II, III y IV, V y VI
49	Ericaceae	<i>Disterigma balslevii</i>	Luteyn	I, II	V y VI
50	Ericaceae	<i>Macleania rupestris</i>	(Kunth) A.C. Sm.	I	I y II, III y IV, V y VI
51	Ericaceae	<i>Macleania subsessilis</i>	Luteyn	I	V y VI
52	Ericaceae	<i>Pernettya prostrata</i>	(Cav.) DC.	I, II	III y IV, V y VI

53	Euphorbiaceae	<i>Alchornea glandulosa</i>	Poepp. & Endll.	I	III y IV
54	Euphorbiaceae	<i>Hyeronima alchorneoides</i>	Allemão	I	V y VI
55	Gesneriaceae	<i>Anodiscus xanthophyllus</i>	(Poepp.) Mansf.	I	I y II
56	Gleicheniaceae	<i>Sticherus bifidus</i>	(Willd.) Ching	I	V y VI
57	Gunneraceae	<i>Gunnera atropurpurea</i>	L.E. Mora	I, II	I y II, III y IV, V y VI
58	Gunneraceae	<i>Gunnera brephogea</i>	Linden & André	I	I y II, III y IV, V y VI
59	Lauraceae	<i>Licaria applanata</i>	Van der Werff	I	III y IV
60	Lycopodiaceae	<i>Lycopodium clavatum</i>	L.	I	III y IV, V y VI
61	Lycopodiaceae	<i>Lycopodium jussiaei</i>	Desv. ex Poir.	I	I y II, III y IV, V y VI
62	Lycopodiaceae	<i>Lycopodium lehmannii</i>	Hieron	I	I y II, V y VI
64	Melastomataceae	<i>Axinaea pauciflora</i>	Cogn.	I	III y IV, V y VI
65	Melastomataceae	<i>Axinaea sessilifolia</i>	Triana	I	V y VI
66	Melastomataceae	<i>Miconia albicans</i>	(Sw.) Triana	I	I y II, III y IV, V y VI
67	Melastomataceae	<i>Miconia asclepiadea</i>	Triana	I	III y IV, V y VI
68	Melastomataceae	<i>Monocheatum lineatum</i>	(D.Don) Naudin	I	I y II, III y IV, V y VI
69	Myrsinaceae	<i>Cybianthus pastensis</i>	(Mez) G. Agostini	I	V y VI
70	Orchidaceae	<i>Elleanthus aurantiacus</i>	(Lindl.) Rchb.f.	I	I y II, V y VI
71	Orchidaceae	<i>Elleanthus ecuadorensis</i>	Garay	I	I y II, III y IV
72	Orchidaceae	<i>Elleanthus lancifolius</i>	C. Presl	I	III y IV, V y VI
73	Orchidaceae	<i>Elleanthus fractiflexus</i>	Schltr.	I, II	III y IV, V y VI
74	Orchidaceae	<i>Elleanthus smithii</i>	Schltr.	I, II	I y II, V y VI
75	Orchidaceae	<i>Epidendrum anderssonii</i>	Hágsater & Dodson	I	V y VI
76	Orchidaceae	<i>Epidendrum anthoceros</i>	Linden & Rchb.f.	I	III y IV
77	Orchidaceae	<i>Epidendrum cochlidium</i>	Lindl.	I	V y VI
78	Orchidaceae	<i>Epidendrum dendrobii</i>	Rchb.f.	I	I y II, V y VI
79	Orchidaceae	<i>Epidendrum lacustre</i>	Lindl.	I	V y VI
80	Orchidaceae	<i>Epidendrum mancum</i>	Lindl.	I	I y II
81	Orchidaceae	<i>Epidendrum orthophyllum</i>	Hágsater & Dodson	I	V y VI
82	Orchidaceae	<i>Epidendrum renilabium</i>	Schltr.	I	V y VI
83	Orchidaceae	<i>Maxillaria acuminata</i>	Lindl.	I	V y VI
84	Orchidaceae	<i>Maxillaria longicaulis</i>	Schltr.	I	V y VI
85	Orchidaceae	<i>Pleurothallis cassidis</i>	Lindl.	I	V y VI

86	Orchidaceae	<i>Sobralia crocea</i>	(Poepp. & Endl.) Rchb. f.	I	V y VI
87	Orchidaceae	<i>Stanhopea annulata</i>	Mansf.	I	V y VI
88	Orchidaceae	<i>xylobium leontoglossum</i>	(Rchb. f.) Rolfe	I	III y IV, V y VI
89	Poaceae	<i>Agrostis perennans</i>	(Walter) Tuck.	I	I y II
90	Poaceae	<i>Agrostis simon</i>	L. & P.	I	III y IV
91	Poaceae	<i>Arthrostylidium ecuadorensis</i>	Judz. & L. G. Clark	I	I y II
92	Poaceae	<i>Axonopus fissifolius</i>	(Raddi) Kuhlman.	I	III y IV
93	Poaceae	<i>Cortaderia hepalotricha</i>	(Pilg.) Conert	I	I y II, III y IV, V y VI
94	Poaceae	<i>Parodiolyra lateralis</i>	(J. Presl ex Ness) Soderstr. & Zuloaga	I	I y II, V y VI
95	Poaceae	<i>Pennisetum bambusiforme</i>	(E. Fourn.) Hemsl. ex B.D. Jacks.	I	I y II
96	Poaceae	<i>Pennisetum pauperum</i>	Nees ex Steud.	I	I y II
97	Polygalaceae	<i>Monnina pilosa</i>	Kunth	I	I y II, III y IV
98	Polygonaceae	<i>Muehlenbeckia tamnifolia</i>	(Kunth) Meisn.	I	III y IV
99	Polypodiaceae	<i>Polypodium angustifolium</i>	(Sw.) Fée	I	III y IV, V y VI
100	Polypodiaceae	<i>Polypodium crassifolium</i>	(L.) Lellinger	I	III y IV, V y VI
101	Proteaceae	<i>Roupala brachybotrys</i>	I.M. Johnst.	I	V y VI
102	Pteridaceae	<i>Pityrogramma calomelanos</i>	(L.) Link	I, II	I y II, III y IV
103	Rosaceae	<i>Prunus herthae</i>	Diels	I	V y VI
104	Rubiaceae	<i>Galium corymbosum</i>	Ruiz & Pav.	I	I y II, III y IV, V y VI
105	Rubiaceae	<i>Galium hypocarpium</i>	(L.) Endl. ex Griseb.	I	III y IV, V y VI
106	Rubiaceae	<i>Nertera granadensis</i>	(Mutis ex L.f.) Druce	I	III y IV
107	Rubiaceae	<i>Psychotria allenii</i>	standl.	I	I y II
108	Rubiaceae	<i>Psychotria amita</i>	standl.	I	I y II
109	Rubiaceae	<i>Psychotria cuatrecasii</i>	(Standl. ex Steyererm.) C.M. Taylor	I	I y II
110	Sapotaceae	<i>Pouteria buenaventurensis</i>	(Aubrev.) Pilz	I	V y VI
111	Smilacaceae	<i>Smilax tomentosa</i>	Kunth	I	V y VI
112	Solanaceae	<i>Solanum aureum</i>	Dunal	I	V y VI

Tabla 2. Listado de especies vegetales endémicas identificadas de la caldera del volcán Reventador

Nº	Familia	Genero	Especie	Autor
1	Araliaceae	<i>Oreopanax</i>	<i>avicenniifolius</i>	(Kunth) Decne. & Planch.
2	Asteraceae	<i>Liabum</i>	<i>kingii</i>	H. Rob.
3	Bromeliaceae	<i>Guzmania</i>	<i>fusispica</i>	Mez & Sodiro
4	Bromeliaceae	<i>Pitcairnia</i>	<i>alata</i>	L.B. Sm.
5	Bromeliaceae	<i>Werauhia</i>	<i>paupera</i>	(Mez & Sodiro) J.R. Grant
6	Ericaceae	<i>Macleania</i>	<i>subsessilis</i>	Luteyn
7	Melastomataceae	<i>Axinaea</i>	<i>pauciflora</i>	Cogn.
8	Melastomataceae	<i>Axinaea</i>	<i>sessilifolia</i>	Triana
9	Orchidaceae	<i>Elleanthus</i>	<i>ecuadorensis</i>	Garay
10	Poaceae	<i>Pennisetum</i>	<i>pauperum</i>	Nees ex Steud.
11	Proteaceae	<i>Roupala</i>	<i>brachybotrys</i>	I.M. Johnst.
12	Rosaceae	<i>Prunus</i>	<i>herthae</i>	Diels

Tabla 3. Ubicación geográfica de las 25 parcelas investigadas

Parcelas	Altitud	Relieve	Unidad	Latitud	Longitud
1	2132	5	5x5	0° 4' 19,74" S	77° 37' 7,88" W
2	2135	7	7x7	0° 4' 19,44" S	77° 37' 11,82" W
3	2178	2	5x5	0° 4' 16,42" S	77° 37' 26,36" W
4	2211	1	3x3	0° 4' 18,60" S	77° 37' 38,26" W
5	2208	25	10x10	0° 4' 26,89" S	77° 37' 41,91" W
6	2391	35	5x5	0° 4' 13,58" S	77° 38' 9,64" W
7	2107	20	10x10	0° 4' 34,83" S	77° 37' 6,10" W
8	2094	15	5x5	0° 4' 39,48" S	77° 37' 8,49" W
9	2090	10	5x5	0° 4' 34,90" S	77° 37' 9,66" W
10	2111	5	5x5	0° 4' 33,17" S	77° 37' 11,85" W
11	2097	5	5x5	0° 4' 28,68" S	77° 37' 2,84" W
12	2095	10	5x5	0° 4' 29,11" S	77° 37' 4,78" W
13	2102	5	5x5	0° 4' 25,75" S	77° 37' 5,36" W
14	2113	10	5x5	0° 4' 19,28" S	77° 37' 8,49" W
15	2144	10	10x10	0° 4' 20,26" S	77° 37' 0,06" W
16	2113	1	10x10	0° 4' 25,07" S	77° 36' 59,74" W
17	2153	20	5x5	0° 4' 26,63" S	77° 37' 26,69" W
18	2166	30	5x5	0° 4' 26,31" S	77° 37' 30,99" W
19	2190	30	5x5	0° 4' 24,26" S	77° 37' 36,74" W
20	2213	20	5x5	0° 4' 20,06" S	77° 37' 42,88" W
21	2150	20	10x10	0° 4' 28,16" S	77° 37' 36,84" W

22	2152	30	10x10	0° 4' 29,59" S	77° 37' 29,92" W
23	2145	10	5x5	0° 4' 31,68" S	77° 37' 24,14" W
24	2127	40	5x5	0° 4' 26,60" S	77° 37' 19,97" W
25	2131	10	5x5	0° 4' 30,08" S	77° 37' 13,57" W

Tabla 4. Matriz del análisis Twinspan

N° parcl	N° esp	Presencia y ausencia de especies, de acuerdo a los valores de la escala de Braun-Blanquet																								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1	<i>Ager aza</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	<i>Ager pic</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
3	<i>Agro per</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	<i>Agro Sim</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	<i>Alch glan</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	<i>Anec ner</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	<i>Anod xan</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	<i>Anth and</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0
9	<i>Arth ecu</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	<i>Aspl sch</i>	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	<i>Axin aff</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	<i>Axin pau</i>	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	<i>Axin ses</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
14	<i>Axon fis</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	<i>Bacc bud</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
16	<i>Bacc lat</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	<i>Blec acu</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	<i>Blec gla</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	<i>Blec cor</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	<i>Blec div</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0
21	<i>Care bon</i>	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	<i>Cave nob</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0
23	<i>Cave tar</i>	0	1	0	0	0	0	0,5	0	0	1	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	<i>Cent ste</i>	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	<i>Cori rus</i>	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	3	0	0	0	0	0	0	0	2	2	1	0	0
26	<i>Cort hep</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
27	<i>Clus ala</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	<i>Cybi pas</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	<i>Dist ala</i>	1	2	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0

30	Dist bal	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	2	0	0	
31	Erat vul	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
32	Erat pol	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	2	2	0	0	
33	Elap amb	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	
34	Elap cil	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
35	Elap pap	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
36	Elle aur	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
37	Elle ecu	0	0,5	2	1	2	0,5	2	0	0,5	0	0	1	0	0	3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
38	Elle lan	0	0	0,5	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	
39	Elle fra	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	3	0	2	1	0	1	
40	Elle smi	0	0	2	0	0	0	0	0,5	1	0	0	0	1	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	1
41	Epid and	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
42	Epid ant	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
43	Epid coc	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
44	Epid den	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
45	Epid lac	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	
46	Epid man	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
47	Epid ort	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
48	Epid ren	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
49	Equi bog	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	3	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50	Gali cor	0	0,5	0	0	1	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
5	Gali hyp	0	0	0	0	0,5	0,5	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	Gunn atr	0	1	0	0	1	0	1	1	2	0	1	1	0	1	0	1	2	2	2	2	1	1	2	0	1
53	Gunn bre	1	1	0	0	1	3	0	1	0	1	0	1	1	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
54	Guzm fus	0	0,5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
55	Guzm var	0	0	0	0	1	1	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
56	Hydr hum	0	0,5	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
57	Hyer alc	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
58	Ilex yur	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
59	Ilex lau	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
60	Liab kin	0	1	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	1	0	1	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	1
61	Lica app	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
62	Lyco cla	0	0	0	0	1	0,5	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
63	Lyco jus	1	1	0	0	3	0	3	0	1	2	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
64	Lyco leh	0	0	0	0	0	0	1	0,5	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
65	Macl rup	1	0	1	0	0	0	0	3	1	1	1	0	0	2	0	1	0	0	0	0	3	1	0	1	0
66	Macl sub	0	2	1	0,5	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
67	Maxi acu	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1

68	Maxi lon	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
69	Mico alb	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0
70	Mico asc	0	0	0	0	1	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
71	Mono lin	1	2	1	0	0	1	0,5	0	0	0	0	0	2	0	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0
72	Monn pil	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
73	Mueh tam	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
74	Nert gra	1	1	0	0	0	0,5	0	3	0	0	3	5	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
75	Oreo avi	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
76	Paro lat	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
77	Penn bam	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
78	Penn pau	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
79	Pern pro	0	2	0,5	0	1	0	1	2	1	3	0	1	0	0	2	0	1	0	0	0	3	2	0	1
80	Perr qui	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
81	Pitc ala	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	2	1	1	1
82	Pitc com	0	0,5	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
83	Pity cal	0	2	1	1	1	0	0	2	1	0	0	4	0	3	1	0	2	2	3	3	0	2	1	1
84	Poly ang	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
85	Poly cra	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
86	Pout bue	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
87	Pleu cas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
88	Pres sch	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
89	Prun her	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
90	Psyc all	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
91	Psyc ami	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
92	Psyc cua	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
93	Pter ara	0	0	0	0	1	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
94	Rhyn rui	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
95	Rhyn pol	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
96	Roup bra	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
97	Saur bra	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
98	Sobr cro	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
99	Sola aur	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
100	Smil tom	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
101	Stan ann	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5
102	Sten and	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
103	Stic bif	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
104	Till inc	0	0	0	0	0	0	2	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
105	Vibu hal	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

106	Vism bac	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
107	Vism flo	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
108	Wein bal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
109	Wein pin	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
110	Wera hyg	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
111	Wera pau	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
112	xylo leo	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ANÁLISIS DE LAS COMUNIDADES VEGETALES Y SUS ASOCIOS MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DEL PROGRAMA TWINSPLAN 6 WINDOWS 2.3

Following analysis log is described in more detail in the user's guide, located in the following file

Number of samples 25
Number of species 112

a. Datos totales de las especies registradas dentro de la caldera del volcán Reventador.

NOMBRES DE ESPECIES

Ager aza| 2 Ager pic| 3 Agro per| 4 Agro Sim| 5 Alch gla| 6 Anec ner| 7 Anod xan| 8 Anth and| 9 Arth ecu| 10 Aspl sch| 11 Axin aff| 12 Axin pau| 13 Axin ses| 14 Axon fis| 15 Bacc bud| 16 Bacc lat| 17 Blec acu| 18 Blec gla| 19 Blec cor| 20 Blec div| 21 Care bon| 22 Cave nob| 23 Cave tar| 24 Cent ste| 25 Cori rus| 26 Cort hep| 27 Clus ala| 28 Cybi pas| 29 Dist ala| 30 Dist bal| 31 Erat vul| 32 Erat pol| 33 Elap amb| 34 Elap cil| 35 Elap pap| 36 Elle aur| 37 Elle ecu| 38 Elle lan| 39 Elle fra| 40 Elle smi| 41 Epid and| 42 Epid ant| 43 Epid coc| 44 Epid den| 45 Epid lac| 46 Epid man| 47 Epid ort| 48 Epid ren| 49 Equi bog| 50 Gali cor| 51 Gali hyp| 52 Gunn atr| 53 Gunn bre| 54 Guzm fus| 55 Guzm var| 56 Hydr hum| 57 Hyer alc| 58 Ilex yur| 59 Ilex lau| 60 Liab kin| 61 Lica app| 62 Lyco cla| 63 Lyco jus| 64 Lyco leh| 65 Macl rup| 66 Macl sub| 67 Maxi acu| 68 Maxi lon| 69 Mico alb| 70 Mico asc| 71 Mono lin| 72 Monn pil| 73 Mueh tam| 74 Nert gra| 75 Oreo avi| 76 Paro lat| 77 Penn bam| 78 Penn pau| 79 Pern pro| 80 Perr qui| 81 Pitc ala| 82 Pitc com| 83 Pity cal| 84 Poly ang| 85 Poly cra| 86 Pout bue| 87 Pleu cas| 88 Pres sch| 89 Prun her| 90 Psyc all| 91 Psyc ami| 92 Psyc cua| 93 Pter ara| 94 Rhyn rui| 95 Rhyn pol| 96 Roup bra| 97 Saur bra| 98 Sobr cro| 99 Sola aur| 100 Smil tom| 101 Stan ann| 102 Sten and| 103 Stic bif| 104 Till inc| 105 Vibu hal| 106 Vism bac| 107 Vism flo| 108 Wein bal| 109 Wein pin| 110 Wera hyg| 111 Wera pau| 112 xylo leo

DIVISION 1. (N= 25) Comunidad I

Eigenvalue 0.422 at iteration 12

Items in NEGATIVE group 2 (N= 21)

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 21
22 23 24 25

BORDERLINE negatives (N= 1)

4

Items in POSITIVE group 3 (N= 4)

17 18 19 20

NEGATIVE PREFERENTIALS

Bacc bud1(5, 0) Cave nob1(11, 1) Cori rus1(8, 0) Dist ala1(6, 0) Erat vul1(5, 0) Erat pol1(5, 0) Elle
ecu1(11, 0) Elle lan1(6, 0) Equi bog1(6, 0) Gunn bre1(11, 0) Liab kin1(7, 0) Lyco jus1(8, 0) Macl rup1(11, 0)
Macl sub1(5, 0) Maxi acu1(5, 0) Mico alb1(5, 0) Mono lin1(8, 0) Nert gra1(7, 0) Pern pro1(12, 1) Pitc ala1(8, 0)
Rhyn pol1(6, 0) Pern pro2(6, 0)

POSITIVE PREFERENTIALS

Dist bal1(3, 2) Elle fra1(5, 3) Sten and1(1, 1) Elle fra2(1, 3) Elle smi2(1, 1) Gunn atr2(2, 4) Pity cal2(5, 4)

NON-PREFERENTIALS

Elle smi1(5, 1) Gunn atr1(13, 4) Pity cal1(13, 4)

- DIVISION 2. Comunidad II(N= 21)

Eigenvalue 0.435 at iteration 5

Items in NEGATIVE group 4 (N= 5)

1 8 11 12 13

Items in POSITIVE group 5 (N= 16)

2 3 4 5 6 7 9 10 14 15 16 21 22 23 24 25

NEGATIVE PREFERENTIALS

Anod xan1(2, 0) Bacc bud1(2, 3) Cent ste1(3, 0) Cori rus1(5, 3) Elle aur1(2, 0) Elle smi1(2, 3) Nert
gra1(5, 2) Penn bam1(2, 0) Till inc1(2, 2) Nert gra2(4, 0) Pity cal2(2, 3)

POSITIVE PREFERENTIALS

Cave tar1(0, 4) Erat vul1(0, 5) Erat pol1(0, 5) Elle ecu1(1, 10) Elle lan1(0, 6) Elle fra1(0, 5) Gali cor1(0, 4) Guzm var1(0, 4) Lyco cla1(0, 4) Lyco jus1(1, 7) Maxi acu1(0, 5) Mico alb1(0, 5) Mono lin1(1, 7) Pitc ala1(0, 8) Elle ecu2(0, 4) Lyco jus2(0, 4)

NON-PREFERENTIALS

Cave nob1(2, 9) Dist ala1(1, 5) Equi bog1(1, 5) Gunn atr1(3, 10) Gunn bre1(4, 7) Liab kin1(1, 6) Macl rup1(3, 8) Macl sub1(1, 4) Pern pro1(2, 10) Pity cal1(2, 11) Rhyn pol1(1, 5) Pern pro2(1, 5)

- DIVISION 3 (N= 5)

Eigenvalue 0.687 at iteration 1

Items in NEGATIVE group 8 (N= 1)

13

Items in POSITIVE group 9 (N= 4)

1 8 11 12

NEGATIVE PREFERENTIALS

Arth ecu1(1, 0) Bacc bud1(1, 1) Blec div1(1, 0) Cent ste1(1, 2) Elle smi1(1, 1) Epid den1(1, 0) Epid man1(1, 0) Macl sub1(1, 0) Paro lat1(1, 0) Pitc com1(1, 0) Pres sch1(1, 0) Psyc all1(1, 0) Arth ecu2(1, 0) Cori rus2(1, 0) Epid den2(1, 0) Paro lat2(1, 0)

POSITIVE PREFERENTIALS

Agro per1(0, 1) Anod xan1(0, 2) Bacc lat1(0, 1) Cave nob1(0, 2) Cort hep1(0, 1) Dist ala1(0, 1) Elle aur1(0, 2) Elle ecu1(0, 1) Equi bog1(0, 1) Gali hyp1(0, 1) Gunn atr1(0, 3) Liab kin1(0, 1) Lyco jus1(0, 1) Lyco leh1(0, 1) Macl rup1(0, 3) Mono lin1(0, 1) Monn pil1(0, 1) Penn bam1(0, 2) Penn pau1(0, 1) Pern pro1(0, 2) Perr qui1(0, 1) Pity cal1(0, 2) Psyc ami1(0, 1) Psyc cua1(0, 1) Rhyn pol1(0, 1) Till inc1(0, 2) Vibuhal1(0, 1) Cent ste2(0, 1) Equi bog2(0, 1) Macl rup2(0, 1) Pern pro2(0, 1) Pity cal2(0, 2) Nert gra3(0, 1)

NON-PREFERENTIALS

Cori rus1(1, 4) Gunn bre1(1, 3) Nert gra1(1, 4) Nert gra2(1, 3)

- DIVISION 4 (N= 16)

Eigenvalue 0.439 at iteration 10

Items in NEGATIVE group 10 (N= 6)

2 6 14 16 21 22

MISCLASSIFIED negatives (N= 1)

21

Items in POSITIVE group 11 (N= 10)

3 4 5 7 9 10 15 23 24 25

NEGATIVE PREFERENTIALS

Ager pic1(2, 1) Bacc bud1(2, 1) Cori rus1(2, 1) Dist ala1(3, 2) Erat vul1(3, 2) Erat pol1(4, 1) Epid ant1(2, 0) Equi bog1(3, 2) Gali cor1(3, 1) Gunn bre1(4, 3) Guzm fus1(2, 1) Hydr hum1(2, 0) Liab kin1(5, 1) Mico alb1(3, 2) Mono lin1(5, 2) Nert gra1(2, 0) Pitc com1(3, 0) Rhyn pol1(4, 1) Cori rus2(2, 0) Dist ala2(2, 0) Erat vul2(2, 0) Erat pol2(2, 1) Gunn bre2(2, 1) Macl rup2(2, 0) Mico alb2(2, 1) Mono lin2(3, 0) Pity cal2(3, 0)

POSITIVE PREFERENTIALS

Dist bal1(0, 3) Elap amb1(0, 3) Elle lan1(1, 5) Elle smi1(0, 3) Epid lac1(0, 3) Lyco jus1(1, 6) Lyco leh1(0, 3) Maxi acu1(0, 5) Pern pro1(2, 8) Elle ecu2(0, 4) Lyco jus2(0, 4)

NON-PREFERENTIALS

Cave nob1(4, 5) Cave tar1(1, 3) Elle ecu1(3, 7) Elle fra1(2, 3) Gunn atr1(5, 5) Guzm var1(1, 3) Lyco cla1(1, 3) Macl rup1(4, 4) Macl sub1(1, 3) Pitc ala1(2, 6) Pity cal1(3, 8) Pern pro2(2, 3)

- DIVISION 5 (N= 6)

Eigenvalue 0.586 at iteration 3

Items in NEGATIVE group 20 (N= 4)

2 6 14 16

Items in POSITIVE group 21 (N= 2)

21 22

NEGATIVE PREFERENTIALS

Ager pic1(2, 0) Agro Sim1(1, 0) Alch gla1(1, 0) Anec ner1(1, 0) Axin pau1(1, 0) Axon fis1(1, 0) Blec acu1(1, 0) Blec cor1(1, 0) Care bon1(1, 0) Cave tar1(1, 0) Erat vul1(3, 0) Elap cil1(1, 0) Elap pap1(1, 0) Epid ant1(2, 0) Equi bog1(3, 0) Gali hyp1(1, 0) Gunn bre1(4, 0) Guzm fus1(2, 0) Guzm var1(1, 0) Hydr hum1(2, 0) Liab kin1(4, 1) Lica app1(1, 0) Lyco cla1(1, 0) Lyco jus1(1, 0) Macl sub1(1, 0) Mico asc1(1, 0) Mono lin1(4, 1) Monn pil1(1, 0) Mueh tam1(1, 0) Nert gra1(2, 0) Pitc com1(3, 0) Pter ara1(1, 0) Vism flo1(1, 0) Wein bal1(1, 0) Wera pau1(1, 0) xylo leo1(1, 0) Alch gla2(1, 0) Anec

ner2(1, 0) Axin pau2(1, 0) Dist ala2(2, 0) Erat vul2(2, 0) Gunn bre2(2, 0) Liab kin2(1, 0) Lica app2(1, 0) Macl sub2(1, 0) Mono lin2(3, 0) Mueh tam2(1, 0) Wein bal2(1, 0)

POSITIVE PREFERENTIALS

Bacc bud1(1, 1) Cave nob1(2, 2) Cori rus1(0, 2) Cort hep1(0, 1) Erat pol1(2, 2) Elle lan1(0, 1) Elle fra1(1, 1) Macl rup1(2, 2) Mico alb1(1, 2) Pern pro1(1, 1) Pitc ala1(0, 2) Poly ang1(0, 1) Poly cra1(0, 1) Cori rus2(0, 2) Erat pol2(0, 2) Elle fra2(0, 1) Gali cor2(0, 1) Macl rup2(1, 1) Mico alb2(0, 2) Pern pro2(1, 1) Pitc ala2(0, 1) Poly ang2(0, 1)

NON-PREFERENTIALS

Dist ala1(2, 1) Elle ecu1(2, 1) Gali cor1(2, 1) Gunn atr1(3, 2) Pity cal1(2, 1) Rhyn pol1(3, 1) Pity cal2(2, 1)

- DIVISION 6 (N= 10)

Eigenvalue 0.475 at iteration 6

Items in NEGATIVE group 22 (N= 5)

3 4 9 23 25

Items in POSITIVE group 23 (N= 5)

5 7 10 15 24

NEGATIVE PREFERENTIALS

Elle lan1(4, 1) Elle fra1(3, 0) Elle smi1(3, 0) Epid ort1(2, 0) Macl sub1(2, 1) Poly cra1(2, 0) Gunn atr2(2, 0)

POSITIVE PREFERENTIALS

Cave tar1(0, 3) Dist bal1(1, 2) Elap amb1(0, 3) Epid lac1(0, 3) Equi bog1(0, 2) Gunn bre1(0, 3) Guzm var1(1, 2) Lyco cla1(0, 3) Lyco jus1(2, 4) Lyco leh1(0, 3) Mico alb1(0, 2) Oreo avi1(0, 2) Pter ara1(0, 2) Wein pin1(0, 2) Elle ecu2(1, 3) Lyco jus2(0, 4) Pern pro2(1, 2)

NON-PREFERENTIALS

Cave nob1(2, 3) Elle ecu1(4, 3) Gunn atr1(3, 2) Macl rup1(2, 2) Maxi acu1(3, 2) Pern pro1(4, 4) Pitc ala1(3, 3) Pity cal1(5, 3)

b. Agrupación de los datos florísticos, registradas en el interior de la caldera del volcán Reventador (2090 -2391 msnm)

1 11 1122 22112 1112
31 81226461234935054577890

83 Pity cal --2-22-2--211111-111-2222 11
52 Gunn atr --1111-1111--221---112222 11
39 Elle fra -----1----21--11-----222 11
102 Sten and -----1---1 10
40 Elle smi 1-1-----2-1-1----2--- 10
79 Pern pro --2-12----21-12122-111--- 011
22 Cave nob --1-1--1111--11-1-1-1-1-- 011
105 Vibu hal --1-----1---- 010111
104 Till inc --1-1-----1-----2--- 010111
44 Epid den 2-----1-1----- 010111
20 Blec div 1-----2----- 010111
88 Pres sch 1----- 010110
80 Perr qui ---1----- 010110
78 Penn pau --1----- 010110
77 Penn bam ---11----- 010110
76 Paro lat 2-----1----- 010110
74 Nert gra 2122311----- 010110
72 Monn pil --1---1----- 010110
51 Gali hyp ---1-1-----1---- 010110
46 Epid man 1----- 010110
36 Elle aur -11----- 010110
26 Cort hep ---1----1---1----- 010110
25 Cori rus 21111---22---1----- 010110
24 Cent ste 112----- 010110
15 Bacc bud 1---11---1---1----- 010110
9 Arth ecu 2----- 010110
7 Anod xan --11----- 010110
3 Agro per -1----- 010110
64 Lyco leh --1-----2-1-1--- 010101
16 Bacc lat -1-----2----- 010101
66 Macl sub 1---2----11-----1--- 010100
65 Macl rup -121---21211-1--1-1----- 010100
53 Gunn bre 111-11221-----12-1---- 010100
49 Equi bog ---2--111-----11----- 010100
95 Rhyn pol -1---1-11-1--1----- 01001
82 Pitc com 1---111----- 01001
71 Mono lin -1---2122-11-----1--- 01000
60 Liab kin ---11112-1---1----- 01000
29 Dist ala -1---22--1---1---1----- 01000
50 Gali cor ----11---2-----1---- 001111
32 Erat pol ----1-1-22--2----- 001111
108 Wein bal -----2----- 001110
73 Mueh tam -----2----- 001110
61 Lica app -----2----- 001110
56 Hydr hum ----11----- 001110
54 Guzm fus ----1-1---1----- 001110
42 Epid ant ----1-1----- 001110
31 Erat vul ----1-22-----1---1--- 001110
21 Care bon ----1----- 001110
19 Blec cor ----1----- 001110
17 Blec acu ----1----- 001110
14 Axon fis ----1----- 001110
12 Axin pau ----2-----1---- 001110
6 Anec ner -----2-----1--- 001110
5 Alch gla -----2----- 001110
4 Agro Sim ----1----- 001110
2 Ager pic ----1-1-----1----- 001110
84 Poly ang -----2---1----1---- 001101

```
000000000000000000000000000000001111
00000111111111111111111111111111
01111000000111111111111111111111
0000110000011111
0011100011
```

Tabla 5. Calculo de la diversidad relativa (DiR) por familias

FAMILIA	Nº ESPECIE	DiR (%)
Orchidaceae	19	16,96
Asteraceae	8	7,14
Poaceae	8	7,14
Ericaceae	7	6,25
Bromeliaceae	7	6,25
Melastomataceae	6	5,36
Rubiaceae	6	5,36
Blechnaceae	4	3,57
Clusiaceae	3	2,68
Cyperaceae	3	2,68
Dryopteridaceae	3	2,68
Lycopodiaceae	3	2,68
Aquifoliaceae	2	1,80
Cunoniaceae	2	1,80
Euphorbiaceae	2	1,80
Gunneraceae	2	1,80
Polypodiaceae	2	1,80
Actinidiaceae	1	0,89
Apiaceae	1	0,89
Apocynaceae	1	0,89
Araceae	1	0,89
Araliaceae	1	0,89
Arecaceae	1	0,89
Campanulaceae	1	0,89
Caprifoliaceae	1	0,89
Celastraceae	1	0,89
Coriariaceae	1	0,89
Cyclanthaceae	1	0,89
Dennstaedtiaceae	1	0,89
Equisetaceae	1	0,89
Gesneriaceae	1	0,89
Gleicheniaceae	1	0,89
Lauraceae	1	0,89
Myrsinaceae	1	0,89
Polygalaceae	1	0,89
Polygonaceae	1	0,89
Proteaceae	1	0,89
Pteridaceae	1	0,89
Rosaceae	1	0,89
Sapotaceae	1	0,89
Smilacaceae	1	0,89
Solanaceae	1	0,89
TOTAL	112	100,00

Tabla 6. Calculo de la diversidad relativa (DiR) por géneros

GENERO	Nº ESPECIE	DiR (%)
<i>Epidendrum</i>	8	7,14
<i>Elleanthus</i>	5	4,46
<i>Blechnum</i>	4	3,57
<i>Elaphoglossum</i>	3	2,69
<i>Lycopodium</i>	3	2,69
<i>Axinaea</i>	3	2,69
<i>Psychotria</i>	3	2,69
<i>Ilex</i>	2	1,79
<i>Ageratina</i>	2	1,79
<i>Baccharis</i>	2	1,79
<i>Erato</i>	2	1,79
<i>Guzmania</i>	2	1,79
<i>Pitcairnia</i>	2	1,79
<i>Werauhia</i>	2	1,79
<i>Vismia</i>	2	1,79
<i>Weinmannia</i>	2	1,79
<i>Rhynchospora</i>	2	1,79
<i>Cavendishia</i>	2	1,79
<i>Disterigma</i>	2	1,79
<i>Macleania</i>	2	1,79
<i>Gunnera</i>	2	1,79
<i>Miconia</i>	2	1,79
<i>Maxillaria</i>	2	1,79
<i>Agrostis</i>	2	1,79
<i>Pennisetum</i>	2	1,79
<i>Polypodium</i>	2	1,79
<i>Galium</i>	2	1,79
<i>Saurauia</i>	1	0,89
<i>Hydrocotyle</i>	1	0,89
<i>Anechites</i>	1	0,89
<i>Anthurium</i>	1	0,89
<i>Oreopanax</i>	1	0,89
<i>Prestoea</i>	1	0,89
<i>Liabum</i>	1	0,89
<i>Stenopadus</i>	1	0,89
<i>Tillandsia</i>	1	0,89
<i>Centropogon</i>	1	0,89
<i>Viburnum</i>	1	0,89
<i>Perrottetia</i>	1	0,89
<i>Clusia</i>	1	0,89
<i>Coriaria</i>	1	0,89
<i>Asplundia</i>	1	0,89
<i>Carex</i>	1	0,89
<i>Pteridium</i>	1	0,89
<i>Equisetum</i>	1	0,89
<i>Pernettya</i>	1	0,89
<i>Alchornea</i>	1	0,89
<i>Hyeronima</i>	1	0,89
<i>Anodiscus</i>	1	0,89
<i>Sticherus</i>	1	0,89
<i>Licaria</i>	1	0,89
<i>Monocheatum</i>	1	0,89
<i>Cybianthus</i>	1	0,89
<i>Pleurothallis</i>	1	0,89
<i>Sobralia</i>	1	0,89
<i>Stanhopea</i>	1	0,89
<i>Xylobium</i>	1	0,89
<i>Arthrostylidium</i>	1	0,89
<i>Axonopus</i>	1	0,89
<i>Cortaderia</i>	1	0,89

<i>Parodiolyra</i>	1	0,89
<i>Monnina</i>	1	0,89
<i>Muehlenbeckia</i>	1	0,89
<i>Roupala</i>	1	0,89
<i>Pityrogramma</i>	1	0,89
<i>Prunus</i>	1	0,89
<i>Nertera</i>	1	0,89
<i>Pouteria</i>	1	0,89
<i>Smilax</i>	1	0,89
<i>Solanum</i>	1	0,89
TOTAL	112	100,00

Tabla 7. Riqueza florística y diversidad relativa (DiR) de la comunidad I

Elevación 2094 - 2391 msnm		
Diversidad relativa (DiR) y riqueza florística de la comunidad I		
Familia	Nº Especies	DiR (%)
Orchidaceae	19	16,96
Asteraceae	8	7,14
Poaceae	8	7,14
Bromeliaceae	7	6,25
Ericaceae	7	6,25
Melastomataceae	6	5,36
Rubiaceae	6	5,36
Blechnaceae	4	3,57
Clusiaceae	3	2,68
Cyperaceae	3	2,68
Dryopteridaceae	3	2,68
Lycopodiaceae	3	2,68
Aquifoliaceae	2	1,80
Cunoniaceae	2	1,80
Euphorbiaceae	2	1,80
Gunneraceae	2	1,80
Polypodiaceae	2	1,80
Actinidiaceae	1	0,89
Apiaceae	1	0,89
Apocynaceae	1	0,89
Araceae	1	0,89
Araliaceae	1	0,89
Arecaceae	1	0,89
Campanulaceae	1	0,89
Caprifoliaceae	1	0,89
Celastraceae	1	0,89
Coriariaceae	1	0,89

Cyclanthaceae	1	0,89
Dennstaedtiaceae	1	0,89
Equisetaceae	1	0,89
Gesneriaceae	1	0,89
Gleicheniaceae	1	0,89
Lauraceae	1	0,89
Myrsinaceae	1	0,89
Polygalaceae	1	0,89
Polygonaceae	1	0,89
Proteaceae	1	0,89
Pteridaceae	1	0,89
Rosaceae	1	0,89
Sapotaceae	1	0,89
Smilacaceae	1	0,89
Solanaceae	1	0,89
	112	100,00

Tabla 8. Riqueza florística y diversidad relativa (DiR) de la comunidad II

Elevación 2153 - 2213 msnm		
Diversidad relativa (DiR), riqueza florística de la comunidad II y asociación VII		
Familia	Nº Especies	DiR (%)
Ericaceae	3	37,50
Orchidaceae	2	25,00
Asteraceae	1	12,50
Gunneraceae	1	12,50
Pteridaceae	1	12,50
TOTAL	8	100,00

Tabla 9. Riqueza florística y diversidad relativa (DiR) de la asociación I y II

Elevación 2094-2132 msnm		
Diversidad relativa (DiR) y riqueza florística de asociación I y II		
Familia	Nº Especies	DiR (%)
Poaceae	6	13,95
Ericaceae	5	11,63
Orchidaceae	5	11,63
Rubiaceae	5	11,63
Asteraceae	3	6,98
Bromeliaceae	2	4,65
Gunneraceae	2	4,65
Lycopodiaceae	2	4,65
Melastomataceae	2	4,65
Arecaceae	1	2,32
Blechnaceae	1	2,32
Campanulaceae	1	2,32
Caprifoliaceae	1	2,32
Celastraceae	1	2,32
Coriariaceae	1	2,32
Cyperaceae	1	2,32
Equisetaceae	1	2,32
Gesneriaceae	1	2,32
Polygalaceae	1	2,32
Pteridaceae	1	2,32
TOTAL	43	100,00

Tabla 10. Riqueza florística y diversidad relativa (DiR) de la asociación III y IV

Elevación 2135-2391 msnm		
Diversidad relativa (DiR) y riqueza florística de asociación III y IV		
Familia	Nº Especies	DiR (%)
Ericaceae	6	10,91
Asteraceae	5	9,09
Bromeliaceae	5	9,09
Orchidaceae	5	9,09
Melastomataceae	4	7,27
Poaceae	3	5,45
Rubiaceae	3	5,45
Blechnaceae	2	3,64
Cyperaceae	2	3,63
Dryopteridaceae	2	3,63
Gunneraceae	2	3,63
Polypodiaceae	2	3,63
Lycopodiaceae	2	3,63
Apiaceae	1	1,82
Apocynaceae	1	1,82
Clusiaceae	1	1,82
Coriariaceae	1	1,82
Cunoniaceae	1	1,82
Dennstaedtiaceae	1	1,82
Euphorbiaceae	1	1,82
Equisetaceae	1	1,82
Lauraceae	1	1,82
Polygalaceae	1	1,82
Polygonaceae	1	1,82
Pteridaceae	1	1,82
TOTAL	55	100,00

Tabla 11. Riqueza florística y diversidad relativa (DiR) de la asociación V y VI

Elevación 2107-2211 msnm		
Diversidad relativa (DiR) y riqueza florística de asociación V y VI		
Familia	Nº Especies	DiR (%)
Orchidaceae	16	19,05
Asteraceae	8	9,52
Ericaceae	7	8,33
Bromeliaceae	6	7,14
Melastomataceae	6	7,14
Dryopteridaceae	3	3,57
Lycopodiaceae	3	3,57
Aquifoliaceae	2	2,38
Blechnaceae	2	2,38
Cyperaceae	2	2,38
Clusiaceae	2	2,38
Gunneraceae	2	2,38
Poaceae	2	2,38
Polypodiaceae	2	2,38
Rubiaceae	2	2,38
Actinidiaceae	1	1,19
Apocynaceae	1	1,19
Araliaceae	1	1,19
Araceae	1	1,19
Caprifoliaceae	1	1,19
Coriariaceae	1	1,19
Cunoniaceae	1	1,19
Cyclanthaceae	1	1,19
Dennstaedtiaceae	1	1,19
Euphorbiaceae	1	1,19
Equisetaceae	1	1,19
Gleicheniaceae	1	1,19
Myrsinaceae	1	1,19
Proteaceae	1	1,19
Pteridaceae	1	1,19
Rosaceae	1	1,19
Sapotaceae	1	1,19
Smilacaceae	1	1,19
Solanaceae	1	1,19
TOTAL	84	100,00

Tabla 12. Hoja de campo, utilizada en el levantamiento de los datos florísticos dentro de la caldera del volcán Reventador

Hoja de campo.					
Fecha		Sitio		Plot	
Nº Parcela		Altitud	msnm	Pendiente	
Coordenadas UTM	X			Rumbo	
	Y				
Estrato Vegetal					
Recubrimiento Total	%	Plantas vasculares	%	Briofitas	%
Suelo Desnudo	%	Arbustivo	cm	Herbáceo	cm
Descripción de las especies reconocidas en la parcela					
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
12					

GALERÍA DE LAS ESPECIES MÁS RELEVANTES DE LA CALDERA DEL VONCAN REVENTADOR

BLECHNACEAE



Elaphoglossum ambiguum
(Mett.ex H.Crist) Alston

DRYOPTERIDACEAE



Elaphoglossum ciliatum
(C.Presl) T. Moore

POLYPODIACEAE



Polypodium crassifolium (L.)
Lellinger

LYCOPODIACEAE



Lycopodium jussiaei Desv. ex
Poir.

EQUISETACEAE



Equisetum bogotense Kunth

GUNNERACEAE



Gunnera atropurpurea L.E.
Mora

RUBIACEAE



Nertera granadensis (Mutis ex
L.f.) Druce

POACEAE



Cortaderia hepalotricha (Pilg.)
Conert

CYPERACEAE



Rhynchospora polyphylla
(Vahl) Vahl

BROMELIACEAE

Werauhia hygrometrica (Andre)
J.R. Grant

ORCHIDACEAE

Elleanthus aurantiacus (Lindl.)
Rchb.f.

ORCHIDACEAE

Elleanthus lancifolius C. Presl

ORCHIDACEAE

Epidendrum renilabium Schltr.

CORIARIACEAE

Coriaria ruscifolia L.

ASTERACEAE

Erato polymnioides DC.

ASTERACEAE

Baccharis buddlejoides Kunth

ERICACEAE

Cavendishia nobilis Lindl.

ERICACEAE

Disterigma alaternoides
(Kunth) Nied.

TRABAJO DE CAMPO

CALDERA DEL VOLCAN REVENTADOR



Imagen 1. Expedición de equipo de investigación botánica y ambiental al volcán Reventador. (Félix Grefa, Jhon Yangora, Pablo Lozano, Olivier Meric, Gwendolyn Peyre y Mariela Flores)



Imagen 2. Instalación de carpas para pernoctar durante la investigación. (Félix Grefa, Omar Grefa, Jhon Yangora)

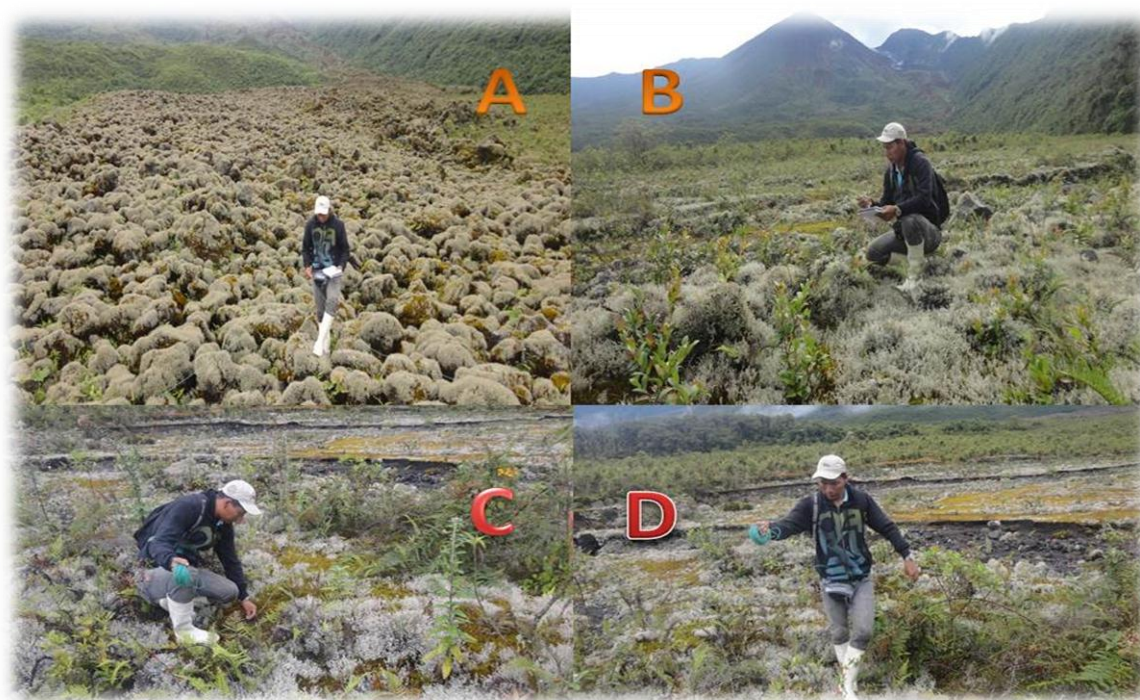


Imagen 3. A y B toma de datos, CyD establecimiento de parcelas temporales. (Félix Grefa)



Imagen 4. A, B y C colección de muestras vegetales, D y C codificado y guardado en funda plástica. (Félix Grefa, Omar Grefa, Jhon Yangora y Pablo Lozano)

TRABAJO EN HERBARIOS ECUAMZ Y QCNE.

Imagen 5. Proceso de selección, codificación, prensado y secado de especímenes vegetales. (Félix Grefa)



Imagen 6. Identificación de especímenes vegetales en el herbario de QCNE en Quito. (Félix Grefa)

TRABAJO DE OFICINA

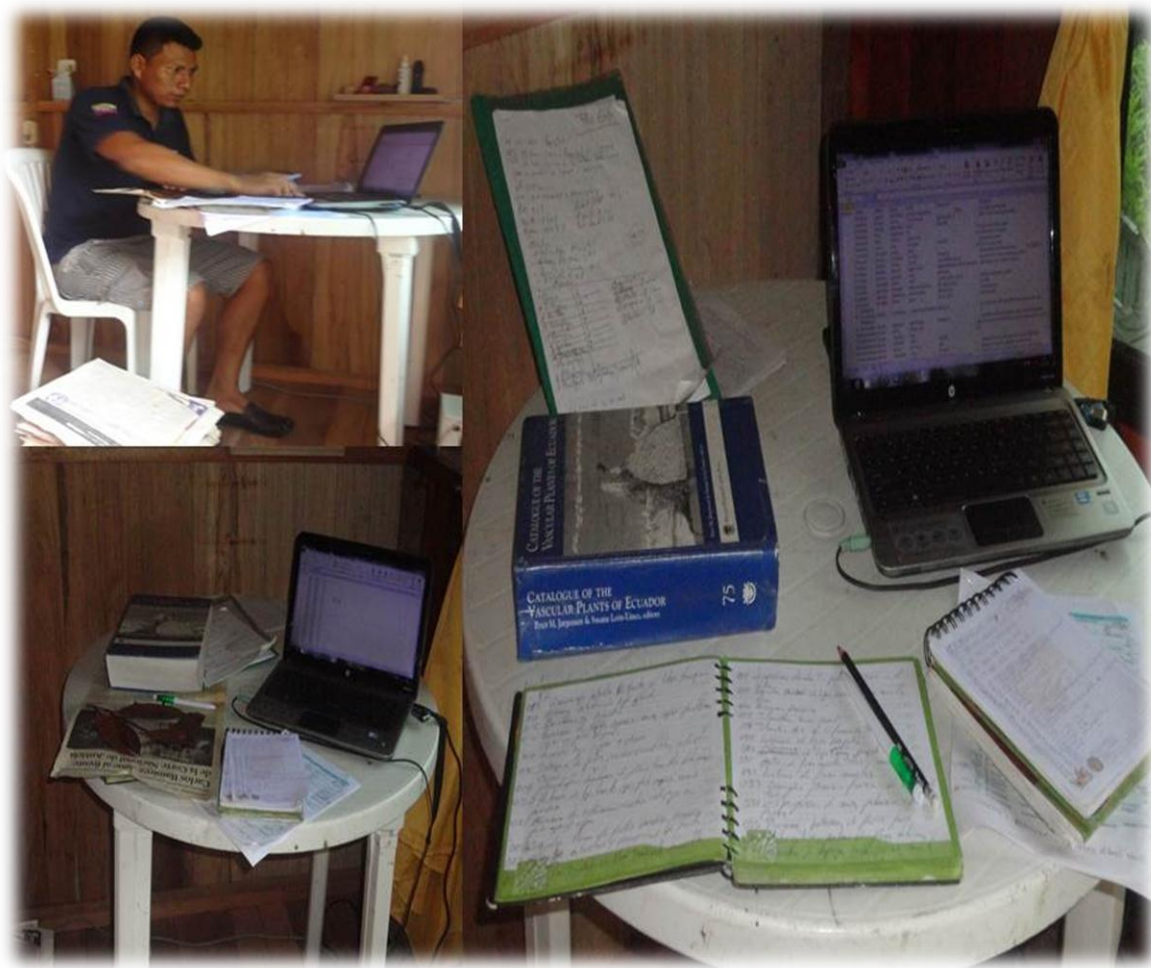


Imagen 7. Realización de base de datos y limpieza de datos con ayuda de literaturas consultadas.
(Félix Grefa)