

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES
ESCUELA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

**Regeneración natural en un bosque interandino de *Eucalyptus globulus* Labill.
afectado por incendios forestales**

**Tesis previa a la obtención del título de Magister
en Biología de la Conservación**

PAOLA ALEXANDRA CHÁVEZ GUERRERO

Quito, 2016

CERTIFICACIÓN

Certifico que la tesis de Maestría en Biología de la Conservación de la candidata Paola Alexandra Chávez Guerrero ha sido concluida de conformidad con las normas establecidas; por lo tanto, puede ser presentada para la calificación correspondiente.

Ximena Palomeque PhD.

Directora de Tesis

DEDICATORIA

A mi madre Consuelito, por su amor y ternura que me impulsan a seguir adelante.

A mi padre Juanito, por su sabiduría, apoyo y orientación en mis decisiones.

A mis hermanas Deyanira e Ismene, por ser un ejemplo de valentía y superación.

A mis sobrinas Sofía e Isabela, por su cariño, ternura y alegría.

A mi abuelita María, por seguir cuidando de nosotros[†].

A Dios, por haberme concedido la bendición de esta familia.

AGRADECIMIENTOS

A mi directora de tesis, la PhD. Ximena Palomeque, por su valiosa orientación y por incentivar me a trabajar en temas de restauración ecológica, a mis lectores la Mgs. Daniela Cevallos y el PhD. Renato Valencia por su diligencia y acertados aportes para la realización de este trabajo.

Al Ing. Xavier Loyo, administrador del Bosque protector “Loma de Guayabillas”, por su apoyo logístico en la fase de campo.

A la Cooperación Técnico Belga por otorgarme la beca que me permitió realizar los estudios de maestría.

TABLA DE CONTENIDOS

LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE TABLAS	ix
LISTA DE ANEXOS	x
1. RESUMEN.....	1
2. ABSTRACT	3
3. INTRODUCCIÓN	4
3.1. JUSTIFICACIÓN.....	7
3.2. OBJETIVOS	8
3.2.1. OBJETIVO GENERAL	8
3.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	8
4. METODOLOGÍA	9
4.1. ÁREA DE ESTUDIO	9
4.1.1. CARACTERÍSTICAS DE RELIEVE Y CLIMA.....	10
4.1.2. COBERTURA VEGETAL	10
4.2. MUESTREO DE VEGETACIÓN	11
4.2.1. IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES VEGETALES	12
4.3. COMPOSICIÓN FLORÍSTICA	12
4.3.1. ORIGEN FITOGEOGRÁFICO	13

4.3.2. DIVERSIDAD	13
4.4. FORMAS DE VIDA VEGETAL	14
4.5. MECANISMOS DE REGENERACIÓN	14
5. RESULTADOS	15
5.1. COMPOSICIÓN FLORÍSTICA	15
5.1.1 ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA	15
5.1.2. ORIGEN FITOGEOGRÁFICO	16
5.1.3. DIVERSIDAD VEGETAL	16
5.2. FORMAS DE VIDA DE LA VEGETACIÓN	17
5.3. MECANISMOS DE REGENERACIÓN NATURAL	18
6. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	19
6.1. COMPOSICIÓN FLORÍSTICA Y FORMAS DE VIDA	19
6.2. DIVERSIDAD EN ZONAS QUEMADAS	21
6.3. MECANISMOS DE REGENERACIÓN NATURAL	22
7. RECOMENDACIONES	25
8. LITERATURA CITADA	26
9. FIGURAS	34
10. TABLAS	39
11. ANEXOS	47
GLOSARIO	52

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Mapa de ubicación de la zona de estudio: Bosque Protector “Loma de Guayabillas”.....35
- Figura 2. Curvas de acumulación de especies observadas S (obs) y estimadas con proyección Ace y Chao1. Zona quemada (a) y Zona no quemada (b).....36
- Figura 3. Formas de vida de la vegetación de las zonas de estudio según: a) riqueza de especies y b) abundancia de individuos.37

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Inventario de especies vegetales de las zonas de estudio con la abundancia, las formas de vida (Ar= Árbol, Ab =Arbusto, Sab= Subarbusto, Hr = Hierba, Ep = Epífita, Be = Bejuco.) y origen fitogeográfico (N = Nativa, E = Endémica, I = Introducida).	40
Tabla 2. ANOVA de riqueza y abundancia de las zonas de estudio	42
Tabla 3. Valores de Abundancia relativa (AR), Frecuencia relativa (FR) , Dominancia relativa (DR) e Índice de Valor de Importancia (IVI) de las zonas de estudio.....	43
Tabla 4. Características de especies invasivas de la zona de estudio	45
Tabla 5. Tipo de regeneración de las especies en la zona quemada según las formas de vida.....	46

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Incendio forestal en el Bosque protector “Loma de Guayabillas” a) Bomberos combatiendo el flagelo b) Área afectada por el incendio.....	48
Anexo 2. Banco de plántulas de <i>Dodonaea viscosa</i> , germinadas posterior al incendio.....	49
Anexo 3. Regeneración facultativa de <i>Eucalyptus globulus</i> a) yemas epicórmicas y b) germinación de semillas.....	49
Anexo 4. Especies regeneradas por rebrote: a) <i>Berberis hallii</i> , b) <i>Byttneria ovata</i> , c) <i>Lepechinia betonicifolia</i> , d) <i>Psidium guineense</i> , e) <i>Rubus ellipticus</i>	50
Anexo 5. Primeras especies regeneradas post incendio a) <i>Byttneria ovata</i> , b) <i>Phaedranassa dubia</i> , c) <i>Mimosa albida</i> con germinación fanerocotilar	51
Anexo 6. Cambio del bosque incendiado a) septiembre 2014, b) agosto 2015.....	51

1. RESUMEN

Uno de los elementos que más ha influido en las comunidades vegetales a lo largo del tiempo es el fuego, que se manifiesta en la región andina de Ecuador por incendios forestales intencionales o accidentales que generan cambios en la vegetación. La presente investigación evalúa la regeneración natural de un bosque interandino de *Eucalyptus globulus* Labill, afectado por el fuego después de un año de ocurrido este disturbio. El estudio se realizó en el bosque protector “Loma de Guayabillas”, localizado en el cantón Ibarra, provincia de Imbabura. Se instalaron 40 parcelas de 25 m², en zonas quemadas y no quemadas, y se registró riqueza, abundancia, formas de vida y tipos de regeneración. En los resultados se identificó 50 especies en total y 2 491 individuos en ambas zonas. El factor de comparación “zona” fue estadísticamente significativo para la riqueza ($p=0.000$), mientras que para la abundancia no hubo significancia estadística ($p= 0.329$). Las especies con mayor IVI en las dos zonas de estudio fueron *Eucalyptus globulus* y *Mimosa albida*. La forma de vida con mayor riqueza de especies en la zona quemada fue la hierba, que es considerada pionera en el proceso de sucesión temprana. En la zona no quemada hubo una mayor dominancia de arbustos como forma de vida. En las dos zonas predominan las especies nativas, sin embargo, en la zona quemada fueron registradas especies introducidas que podrían llegar a ser invasoras como *Cirsium vulgare*, *Sonchus oleraceus*, *Cynodon dactylon* y *Rubus ellipticus*. Con respecto a la diversidad alfa de la zona quemada fue mayor ($H' = 2.5$) en comparación a la zona no quemada ($H' = 2.1$). El mecanismo de regeneración con mayor registros fue por germinación de semillas. En general la zona del bosque quemado tuvo una recuperación relativamente rápida en términos de riqueza y abundancia de especies principalmente pioneras, durante el

primer año, no obstante, un monitoreo a largo plazo es de utilidad para observar los cambios en la regeneración natural.

Palabras claves: bosque interandino, *Eucalyptus globulus*, incendio forestal, regeneración

2. ABSTRACT

One of the elements that most influence on plant communities over time is fire, which occur in the Andean region of Ecuador and may be either intentional or accidental, in any case it generates changes in the vegetation. This study evaluated the natural regeneration after one year since the fire occurred in an Andean forest of *Eucalyptus globulus* Labill. The study area was located in the "Loma de Guayabillas" a protected forest, canton Ibarra in Imbabura province. In total 40 plots 25 m² were installed in burned and unburned areas and different variables were measured in the field such as species richness and abundance, life forms and types of regeneration. The results showed a total of 50 species and 2 491 individuals in both sites. The site factor was statistically significant for species richness ($p = 0.000$), while for abundance was not significant ($p = 0.329$). The species with the highest IVI in the two sites were *Eucalyptus globulus* and *Mimosa albida*. Life form with high species richness in the burnt sites was herb, which is considered as pioneer in early succession process. Unburned site was mostly dominated by shrub as a life form. Both sites were dominated by native species, however, in the burned site, introduced species were recorded that may become invasive as spear thistle, *Sonchus oleraceus*, *Cynodon dactylon* and *Rubus ellipticus*. In regard to alpha diversity in the burned site was higher ($H' = 2.5$) compared to the unburned site ($H' = 2.1$); in terms of mechanism of regeneration, the seed germination of the seedlings was more abundant. In general, the burned site has relative fast recovery in terms of species richness and abundance, mainly of pioneer species in the first year. However, a long-term monitoring will be useful for observing the changes in the natural regeneration.

Keywords: interandino forest, *Eucalyptus globulus*, forest fire, regeneration

3. INTRODUCCIÓN

El fuego es uno de los elementos naturales que ha influido en las comunidades vegetales a lo largo del tiempo y es un elemento esencial para el funcionamiento de varios ecosistemas (Nasi *et al.*, 2002), como en los bosques boreales, las praderas templadas y subtropicales, y en los matorrales mediterráneos donde hay un régimen de incendios específicos (Lloret, 2003); por tanto, el fuego cumple un rol clave en los procesos físicos y biológicos, diversificando el paisaje e interviniendo positivamente en los ciclos biogeoquímicos y en el flujo de la energía en estos ecosistemas (Flannigan *et al.*, 2003, citado en Fernández *et al.*, 2010).

En muchas zonas con climas mediterráneos, parte de Suráfrica y Australia, donde los incendios intensos son frecuentes, el fuego actúa como un agente de selección estimulando a que las plantas desarrollen estrategias para sobrevivir y reproducirse, logrando dominar y desplazar a otros taxones menos adaptados (Pausas, 2011). Entre las estrategias de adaptación que ha desarrollado la vegetación están el pirofitismo pasivo que consiste en mecanismos para resistir las elevadas temperaturas, como una gruesa corteza que aumenta la capacidad ignífuga; y el pirofitismo activo que son mecanismos de regeneración como rebrotes en la copa, cepas y/o raíz, o la germinación de los bancos de semilla que quedan en el suelo o en fuentes vecinas (WWF/Adena, 2014). Además de mecanismos facultativos como la capacidad de rebrotar luego del fuego y producir cápsulas que solo liberan sus semillas cuando son sometidas a altas temperaturas (Willian, 2001, citado en Granados & López, 2007). Estos mecanismos de adaptación permiten reestablecer la cobertura vegetal posterior al incendio y puede llegar a definir la resiliencia del ecosistema al fuego (Pérez *et al.*, 2011).

Aunque la mayoría de los ecosistemas logran persistir a eventos de fuego, la modificación de la dinámica establecida entre el ser humano y los incendios en la última parte del siglo XX, ha ocasionado que este agente sea una amenaza a escala mundial por ser una importante fuente de emisión de carbono que contribuye al calentamiento global (Nasi *et al.*, 2002); a escala regional y local puede generar disturbios que alteran, entre otros aspectos, a los ciclos biogeoquímicos (Thonicke *et al.*, 2001), y facilita el establecimiento de plantas invasoras que aprovechan los recursos disponibles para una rápida colonización (Brooks *et al.*, 2004), por ejemplo, la regeneración de las yemas del helecho tropical *Pteridium arachnoideum* se estimula con el calor del fuego y tiene un alto poder invasivo post-incendio, que es favorecido por las prácticas de quema de pastizales en los Andes del sur de Ecuador (Roos *et al.*, 2010).

En la Sierra del Ecuador, los incendios son una perturbación frecuente; según la Secretaría de Gestión de Riesgos (2013), en el 2012 se quemaron 31 057.13 ha y en el 2013 fueron afectadas 12 290.74 ha a nivel nacional.

Una condición que puede incidir en la intensidad de los incendios forestales de esta región es la presencia de bosques de eucalipto que es un género de árbol originario de Australia e introducida en el Ecuador en 1865 (FAO, 1981). Actualmente está entre las especies con valor maderable autorizadas para aprovechamiento forestal por el Ministerio del Ambiente (Grijalva *et al.*, 2012). Las plantaciones forestales de esta especie tienen el mayor volumen de uso a nivel nacional con un 19,4 % del total. Únicamente en la región Sierra, el eucalipto y el pino constituyeron el 60,6 % de aprovechamiento forestal entre el 2007 y 2008, cubriéndose el restante porcentaje con madera proveniente de la explotación del bosque nativo (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2010).

El eucalipto tiene una rápida recuperación al fuego, debido a adaptaciones como lignotubérculos o engrosamientos en las raíces que contienen sustancias de reserva y yemas latentes, gruesas cortezas que protegen a las yemas epicórmicas que permiten el rápido rebrote y cápsulas que preservan del fuego a las semillas, facilitando posteriormente su dispersión (Rodríguez, 2002).

La presencia de este tipo de bosque de eucaliptos en la región interandina podría ser considerado como un ecosistema emergente (*novel ecosystem*) que se ha adaptado y aporta con hábitats o recursos para otras especies (Ceccon, 2014), y por tanto debe ser manejado como tal.

3.1. JUSTIFICACIÓN

Los incendios forestales en bosques tropicales perennifolios de América Latina y el Caribe se presentan con frecuencia en comunidades de vegetación susceptibles a este fenómeno, como sabanas de pastos introducidos (Cochrane, 2002), y generalmente ocurren en períodos de sequía prolongados (Myers, 2006). En la región Andina del Ecuador, la mayoría de incendios forestales ocurren entre julio y septiembre. Entre los años 2010 y 2013 se reportaron 4 105 incendios, la mayoría de los cuales sucedieron en los cantones de Quito, Ibarra y Otavalo (Secretaría de Gestión de Riesgos, 2014).

En la provincia de Imbabura, los incendios forestales destruyeron 1 608.11 ha de vegetación en el 2014 y 3 271.38 ha en el 2015, alterando matorrales, bosques, pastos, cultivos, entre otros (Secretaría de Gestión de Riesgos, 2015).

En esta provincia y en la región Sierra en general, es común la presencia de plantaciones de eucalipto que es una especie pirófito que se recupera con facilidad luego de los incendios (Poore & Fries, 1987).

En relación a este árbol introducido, Acosta Solís (1949) menciona que sin su presencia muchas secciones interandinas serían verdaderos desiertos, ya que su rápida aclimatación y creciendo permitieron reducir la presión sobre los bosques naturales.

Esta fácil adaptación del *Eucalyptus globulus* ha hecho que actualmente esté considerado en el Programa de incentivos para la reforestación con fines comerciales que promueve el estado ecuatoriano (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca, 2014), incrementando así su presencia en el territorio nacional.

A pesar de que los incendios forestales son una práctica intencional o accidental frecuente en la región andina del país, hay pocos estudios que evalúan sus efectos en la biota, de ahí que el presente estudio buscó evaluar la regeneración natural de un bosque interandino dominado por *Eucalyptus globulus* llamado bosque protector “Loma de Guayabillas”, localizado en el cantón Ibarra, y afectado por incendios; en términos de riqueza y abundancia de especies, formas de regeneración (semillas y rebrotes) y la dominancia de las formas de vida vegetal, para conocer los cambios que ocasiona el fuego y la capacidad de recuperación de un bosque de este tipo, luego de 12 meses de ocurrido el último incendio.

3.2. OBJETIVOS

3.2.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar la regeneración natural de un bosque interandino de *Eucalyptus globulus* Labill, afectado por incendios forestales.

3.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Conocer la composición florística en la zona quemada y en la zona no quemada del bosque de *Eucalyptus globulus*
- Identificar diferencias en las formas de vida de las plantas en la zona quemada y en la zona no quemada del bosque de *Eucalyptus globulus*.
- Reconocer los mecanismos de regeneración de especies vegetales que predominan en la zona afectada por el incendio forestal en el bosque de *Eucalyptus globulus*.

4. METODOLOGÍA

4.1. ÁREA DE ESTUDIO

El área en estudio tiene una superficie de 54.1 hectáreas localizadas en la parroquia San Francisco del cantón Ibarra, provincia de Imbabura, en las coordenadas 00°20'22" N y 78°00'25" W (Figura 1), en un rango altitudinal comprendido entre los 2 200 y 2 475 msnm. El lugar es conocido como “Loma de Guayabillas”.

Históricamente, este bosque fue parte de una hacienda agrícola, donde se cultivaba productos de ciclo corto como maíz y fréjol hasta la década de 1970. Posteriormente se establecieron plantaciones de *Eucalyptus globulus* para aprovechamiento forestal y años más tarde fue expropiado y declarado área de utilidad pública por el Municipio de San Miguel de Ibarra, entidad a cargo del uso de su tierra y la preservación de sus recursos naturales. Para esto se expidió, el 7 de marzo de 1997, una Ordenanza de Control, preservación y defensa de la Loma de Guayabillas (Municipio de San Miguel de Ibarra, 1997).

El 29 de octubre del 2001 fue declarado Bosque y Vegetación Protectora por el Ministerio del Ambiente del Ecuador (2001) mediante el Registro Oficial No. 442, por ser considerada un ecosistema frágil por sus condiciones de suelo, topografía y clima. A partir de esta declaratoria, el área ha sido destinada a actividades de recreación, esparcimiento y educación ambiental de la población, para lo cual se han adecuado senderos autoguiados, áreas de camping y picnic, viveros y un centro de interpretación ambiental.

Pese a los esfuerzos por proteger este lugar, se han suscitado varios incendios forestales ocasionados que han perturbado su naturaleza; el último fue ocasionado el 25 de agosto del 2014, que afectó a 8.9 ha localizadas en la pendiente occidental de la loma (Municipio de San Miguel de Ibarra, 2014) (Anexo 1). Previo a esto, se han registrado otros eventos de fuego en el 2010, 2011 y 2012, en superficies menores a 3 ha. (Cuerpo de Bomberos de Ibarra, 2014).

4.1.1. CARACTERÍSTICAS DE RELIEVE Y CLIMA

La zona quemada tiene una pendiente del terreno comprendida entre 24.6 % y 43.7 % y se encuentra en un rango altitudinal entre los 2 327 y los 2 362 msnm; en la zona no quemada la pendiente está entre 22 % y 39.8 % y la altitud entre los 2 334 a 2 360 msnm. En las dos zonas, el relieve va de plano a ligeramente ondulado.

Durante los tres meses de muestreo de campo, en la zona quemada se registraron temperaturas promedio de 16.5 °C con máxima de 31.1 °C y mínimas de 9.5 °C, y una humedad relativa promedio de 82.8 % con máximas de 100 % y mínimas de 22.4 %. En la zona no quemada, la temperatura promedio fue de 17.2 °C con máximas de 35.3 °C y mínimas de 8.9 °C. La humedad relativa promedio de 78.9 % con máximas de 100 % y mínimas de 17.1 %. Estos datos fueron registrados usando data Loggers HOBO Pro v2 Temp/RH (U23-001) ubicados a 70 cm del suelo. Los datos fueron descargados con el programa HOBOWare® Pro versión 3.7.4. para Windows.

4.1.2. COBERTURA VEGETAL

La cobertura vegetal está conformada en su mayor parte por plantaciones de *Eucalyptus globulus*, asociados a matorrales como *Mimosa albida*, *Rubus ellipticus*, *Byttneria ovata*, *Lepechinia betonicifolia*, *Berberis hallii*, entre otras, y a poblaciones del arbusto nativo

Psidium guineense, conocido comúnmente como “guayabilla”, que le da el nombre al lugar. El área de acuerdo a la descripción de los Ecosistemas del Ecuador Continental, es un Arbustal húmedo montano (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2012).

4.2. MUESTREO DE VEGETACIÓN

Se delimitaron dos áreas de estudio: la zona quemada, donde ocurrió el último incendio que tiene una superficie de 8.9 ha y la zona no quemada donde no se han registrado perturbaciones por fuego, que abarca un área de 7.7 ha. Se aplicó un diseño de parcelas distribuidas al azar en estas zonas.

En cada zona se establecieron 20 unidades de muestreo (parcelas) de 25 m² cada uno; este tamaño se definió usando el método de área mínima o de Braun-Blanquet.

Las unidades de muestreo fueron distribuidas espacialmente, con un mínimo de 10 metros de separación entre ellas, y para tener confiabilidad en el inventario de vegetación y posibilitar su comparación, se realizaron curvas de acumulación de especies de cada zona de estudio (Jiménez, 2003). Se utilizaron los datos de riqueza y abundancia y se aplicaron las estimaciones matemáticas de riqueza esperada ACE y Chao1 que es el estimador más riguroso (Villarreal *et al.*, 2006), obteniéndose curvas con tendencia asintótica, tanto en el número de especies observadas (S obs) como en la comparación de los estimadores, reflejando un buen esfuerzo de muestreo, esto se realizó con el programa EstimateS versión 9.1.0 (Figura 2).

4.2.1. IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES VEGETALES

Se colectaron muestras botánicas para la identificación taxonómica a nivel de familia, género y especie, que se llevó a cabo en el Herbario QCA de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

Las muestras colectadas fueron montadas, identificadas y entregadas al herbario de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador sede Ibarra para formar parte de su colección académica.

4.3. COMPOSICIÓN FLORÍSTICA

En cada unidad muestral se registró la riqueza (número de especies) y abundancia (número de individuos de cada especie), así como las familias y especies con mayor representatividad. Para esto se calculó el Índice de Valor de Importancia (IVI), utilizando los valores de la abundancia relativa, frecuencia relativa y dominancia relativa de las especies que se obtuvo calculando el área de cobertura de follaje de cada especie en relación a la sumatoria de las coberturas de todas las especies (Quintanilla, 1983).

Los datos de abundancia y riqueza de las dos zonas de estudio se analizaron mediante ANOVA, para lo cual la variable riqueza tuvo una transformación logarítmica para alcanzar la normalidad y homogeneidad de varianza. Para esto se usó el programa SPSS 16.0.

4.3.1. ORIGEN FITOGEOGRÁFICO

El origen fitogeográfico (endémico, nativo e introducido) se determinó a partir de la base de datos del Missouri Botanical Garden (Tropicos.org). El estado de conservación de las especies endémicas se estableció de acuerdo al Libro Rojo de Plantas Endémicas del Ecuador (León-Yáñez *et al.*, 2011), y para conocer la procedencia y distribución de las plantas introducidas se exploró la Base de Datos Globales de Especies Invasoras (Global Invasive Species Database, 2010), que mantiene un registro mundial de las especies exóticas que pueden ser una amenaza para la biodiversidad nativa y los ecosistemas naturales.

4.3.2. DIVERSIDAD

La diversidad alfa en cada zona de estudio se calculó con el Índice de diversidad Shannon - Wiener (H'), usando para esto el número de especies presentes y su abundancia relativa (Pla, 2006). Con base en los valores de H' se calculó la equidad de la distribución de los individuos entre las especies con el índice de Pielou (J') que establece un $J' = 0$ en situaciones de inequidad y $J'=1$ para situaciones de equidad (Sánchez, 2012).

La diversidad beta entre las dos zonas de estudio se determinó con el índice de similitud de Sørensen que relaciona el número de especies con la media aritmética de especies de ambas zonas dando valores que varían entre 0 a 1 y se pueden expresar en porcentaje (Badii *et al.*, 2008)

4.4. FORMAS DE VIDA VEGETAL

Las formas de vida de las especies inventariadas se establecieron según el Catálogo de Plantas vasculares del Ecuador, que las agrupa en hierba, subarbusto, arbusto, arbolillo, árbol, bejucos, liana y epífita (Jørgensen & León-Yáñez, 1999).

4.5. MECANISMOS DE REGENERACIÓN

Se agrupó a las especies según los procesos de regeneración natural: por rebrote, por germinación y facultativos (regeneración mixta, tanto por rebrote como por germinación) . Para el primer caso fue necesario identificar estructuras adaptadas para producir rebrotes, como engrosamientos en las raíces (lignotubérculos), yemas latentes y yemas epicórmicas.

En las especies regeneradas por semillas se analizó la presencia de estructuras vegetales jóvenes, tanto en el sistema radicular como en el vástago, agrupaciones o bancos de plántulas y además se indagó referencias de las formas de propagación y dispersión de las semillas.

5. RESULTADOS

5.1. COMPOSICIÓN FLORÍSTICA

En las zonas de estudio se identificaron 50 especies en total de las cuales 15 están presentes en las dos zonas. La riqueza de especies fue mayor en la zona quemada, con un total de 39 especies agrupadas en 21 familias, teniendo la mayor representatividad la Poaceae con 7 especies que corresponde al 17.9%, seguida de Asteraceae con 5 especies equivalente al 12.8%. Mientras que en la zona no quemada se registraron 26 especies pertenecientes a 22 familias sin una representatividad particular, ya que estas familias agrupan entre una a dos especies. En cuanto a la abundancia se registraron 1345 individuos en la zona quemada y 1146 individuos en la zona no quemada (Tabla 1).

Los resultados del ANOVA mostraron que la riqueza de especies fue significativamente diferente entre la zona quemada y la no quemada ($p = 0.000$), mientras que la abundancia no tiene una diferencia significativa entre las zonas de estudio ($p = 0.329$) (Tabla 2).

5.1.1 ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA

Las especies que presentaron mayor Índice de Valor de Importancia (IVI) fueron *Eucalyptus globulus* y *Mimosa albida* en las dos zonas de estudio, seguidas de *Byttneria ovata*, *Sida rhombifolia* y *Lepechinia betonicifolia* en la zona quemada. Mientras que en la zona no quemada las secundan *Lantana rugulosa*, *Rubus ellipticus* y *Baccharis latifolia*. Los valores de IVI del *Eucalyptus globulus* son mayores en la zona no quemada (IVI=73.5) en relación a la no quemada, debido a que la dominancia relativa es casi el doble de la registrada en la zona

quemada. *Mimosa albida* también presenta un mayor valor del IVI en la zona no quemada (IVI=68.9), pero en este caso se debe a su alta abundancia relativa (Tabla 3).

5.1.2. ORIGEN FITOGEOGRÁFICO

De las especies identificadas en la zona quemada el 72.6 % son especies nativas y el 27.4% son introducidas. Mientras que en la zona no quemada el 80.7 % especies son nativas, 15.4% introducidas y apenas el 3.9 % endémicas (Tabla 1), representada por *Croton wagneri*, que es un arbusto propio de los valles secos del callejón interandino que se encuentra casi amenazada debido a la introducción de especies, el pastoreo e incendios (León-Yáñez *et al.*, 2011).

Entre las especies introducidas se encontraron cuatro catalogadas como invasoras en el Global Invasive Species Database (2010), siendo: *Cirsium vulgare*, *Sonchus oleraceus*, *Cynodon dactylon*, presentes únicamente en la zona quemada, y *Rubus ellipticus*, que también fue registrada en la zona no quemada, la misma que está considerada entre las 100 Especies Exóticas Invasoras más dañinas del mundo (Lowe *et al.*, 2004); las características de estas especies se presentan en la Tabla 4.

5.1.3. DIVERSIDAD VEGETAL

La diversidad alfa en la zona quemada presentó un índice de Shannon Wiener (H') = 2.5, mientras que en zona no quemada la diversidad fue $H' = 2.1$. Esto refleja comunidades vegetales con poca diversidad de especies, aunque es un poco mayor en la zona quemada por el proceso de sucesión que está atravesando.

El índice de equidad de Pielou (J') fue $J' = 0.7$ para la zona quemada y $J' = 0.6$ de la zona no quemada, lo que indica una distribución más equitativa de los individuos entre las especies de

la zona quemada, ya que hay una mayor disponibilidad de recursos (luz, espacio) permitiendo una mayor proliferación de individuos, al menos luego del primer año de transcurrido el incendio.

En la diversidad beta, el índice de similitud de Sørensen mostró un 26.7 % de semejanza entre las dos zonas de estudio que es un porcentaje bajo, ya que las comunidades apenas comparten 15 especies de las 50 registradas en toda el área de estudio.

5.2. FORMAS DE VIDA DE LA VEGETACIÓN

Las formas de vida dominantes en la zona quemada son las hierbas con 56.4 % del total de las especies registradas, de ellas *Desmodium molliculum* y *Setaria cernua* son las más abundantes. Le siguen los arbustos con un 28.2 %, subarbustos con un 10.2 %, apenas el 2,6 % para una especie de bejuco y 2.6 % para el *Eucalyptus globulus* que es el único árbol presente en las dos áreas de estudio.

En el caso de la zona no quemada, la forma más diversa son los arbustos con un 53.9 % del total de especies registradas, siendo las más abundantes *Mimosa albida* y *Lantana rugulosa*, seguido de las hierbas con un 30.6 %; apenas dos especies de subarbustos, una epífita y un árbol, correspondiente al eucalipto, que conforman el 15.5 % de formas de vida restantes (Figura 3).

5.3. MECANISMOS DE REGENERACIÓN NATURAL

De las 39 especies registradas en el área por el reciente evento de fuego, el 69.2% desarrollaron nuevas plántulas mediante la germinación de sus semillas, presentando el mayor porcentaje de germinación *Setaria cernua*, seguida de *Bryophyllum pinnatum* y *Dodonaea viscosa* de la que se encontraron bancos de plántulas jóvenes (Anexo 2). De las especies que se regeneraron por germinación el 48.9% son hierbas.

El 18.0 % de las especies se regeneraron, tanto por germinación como por rebrote vegetativo (regeneración facultativa), siendo estas: *Baccharis latifolia*, *Berberis hallii*, *Desmodium molliculum*, *Sida rhombifolia*, *Mimosa albida*, *Byttneria ovata* y *Eucalyptus globulus* (Anexo 3). Estas cuatro últimas especies presentaron de mayor capacidad de regeneración.

Mientras que el 12.8 % de especies rebrotó únicamente de estructuras vegetativas que sobrevivieron al fuego, encontrándose aquí *Cynodon dactylon*, *Lepechinia betonicifolia*, *Psidium guineense*, *Rubus ellipticus* y *Phaedranassa dubia* (Anexo 4).

Se realizó el mismo análisis considerando la abundancia, y se obtuvo un mayor porcentaje en las plantas con regeneración facultativa, o sea tanto por germinación como por rebrote, con un 71.7 %, seguido de la regeneración por semillas con un 16.9 % y finalmente por rebrotes con un 11.4 %. En todo caso, la regeneración por rebrotes es la menos exitosa, tanto por abundancia como por riqueza de especies (Figura 4 y Tabla 5).

6. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

6.1. COMPOSICIÓN FLORÍSTICA Y FORMAS DE VIDA

Los resultados del estudio mostraron una mayor riqueza de especies herbáceas luego de transcurrido un primer año del incendio forestal; la misma dinámica se presenta en otros estudios como el realizado en las Sierras de Córdoba en Argentina, donde se observó mayor riqueza de herbácea en sitios quemados después del primer y segundo año de la quema (Verzino *et al.*, 2005); debido a que estas plantas aprovechan la disponibilidad de recursos para un rápido desarrollo, muchas son heliofitas (intolerantes a la sombra) que se benefician de los claros resultantes del incendio para establecerse como especies pioneras (Aus der Beek & Sáenz, 1992).

Por otro lado, los arbustos son otra de las forma de vida abundantes, debido a que muchos de ellos aprovechan los nutrientes acumulados luego de las quemas (Granados & López, 1998) y su crecimiento sobre el estrato herbáceo reduce la competencia de otras especies, como ocurre en la zona no quemada. Según estudios realizados en bosques andinos de Monserrate en Colombia, los arbustos pueden llegar a ser dominantes después de 2 o 3 años del incendio, sobre todo aquellos que se han regenerado por rebrote, requiriendo más tiempo los desarrollados a partir de germinación (Vargas, 1997).

En cuanto a la abundancia de especies nativas, se encontró un 72.6 % de especies en la zona quemada y un 80.7 % en la zona no quemada, evidenciándose que la presencia de eucalipto no inhibe el crecimiento de especies nativas, lo cual también es corroborado por Feyera *et al.*, (2002) que menciona que esta especie no tiene efectos alelopáticos hacia muchas especies

nativas, pues no hubo una reducción significativa de la diversidad de especies en el sotobosque en una plantación experimental en Puerto Rico, e incluso pueden facilitar procesos de sucesión de los bosques, al proporcionar microclimas que aumentan la regeneración con especies nativas.

También se evidenció un mayor porcentaje de especies introducidas en la zona quemada (27.4%) en comparación a la zona no quemada (15.4 %), debido a que el fuego puede facilitar el establecimiento de estas especies (García *et al.*, 2010), siendo la mayoría herbáceas. Similares resultados se encontraron en México, donde las especies introducidas dominan el estrato herbáceo (Ignacio *et al.*, 2007).

Entre las especies introducidas se identificó a *Rubus ellipticus*, presente tanto en la zona quemada como en la no quemada; es considerada invasora por su gran capacidad de prosperar en diversos tipos de hábitats, por la fácil dispersión de sus semillas por aves y a la regeneración a partir de brotes subterráneos (Jacobi & Warshauer, 1992), que puede llegar a formar densos matorrales en la zona quemada como los encontrados actualmente en la zona no quemada. Su alta abundancia puede limitar el crecimiento de plantas nativas, como se ha evidenciado en otra especie invasora similar como *Rubus ulmifolius* que está presente en Chile (Quiroz *et al.*, 2009), y *Rubus niveus* que fue introducida intencionalmente a las islas Galápagos y ahora es considerada como una de las mayores invasoras distribuida en las islas Floreana, Isabela, Santiago, San Cristobal y Santa Cruz; en estas dos últimas ha ocupado amplias zonas agrícolas y áreas protegidas del Parque Nacional (Rentería *et al.*, 2007). Con estos antecedentes, *Rubus ellipticus* podría ser considerada una potencial invasora de las zonas agrícolas que circundan el área de este estudio.

En cuanto al Índice de Valor de Importancia (IVI), el mayor valor en las dos zonas de estudio lo ocupa el *Eucalyptus globulus* por tratarse de una plantación forestal. En la zona quemada se presentó una alta densidad de individuos regenerados, tanto por rebrote como por germinación de las semillas que requieren del fuego para el desarrollo de las plántulas; estos individuos jóvenes estuvieron ausentes en la zona no quemada. El segundo lugar de IVI lo tiene *Mimosa albida* que es una especie nativa, está bien adaptada a las condiciones especiales de este ecosistema emergente, caracterizado por la presencia de la plantación de eucaliptos y por suelos con un historial de uso agrícola.

6.2. DIVERSIDAD EN ZONAS QUEMADAS

Los resultados de la diversidad alfa tienden a ser bajos ($H' = 2.5$ zona quemada y 2.1 zona no quemada) en las dos zonas de estudio en comparación a los valores del índice de Shannon - Winner que en general se sitúa entre 1.5 y 3.5 y rara vez sobrepasa el 4 (Margalef, 1972, citado en Magurran, 2004, citado en Sonco Suri, 2013), esta diversidad puede deberse a que es una zona con una gran historia de uso de suelo, regenerado a partir de un uso agrícola e influenciado por el establecimiento de plantaciones forestales de eucalipto. Otros estudios en este tipo de bosques regenerados también presentan una baja diversidad (H') como el realizado en un bosque semideciduo montano de Brasil, dominado por *Pinus elliottii* (Carvalho *et al.*, 2014), al igual que en bosques de pinares en Sierra Nevada, España. Al parecer, los ecosistemas con repoblaciones forestales en calidad de plantaciones de especies introducidas como eucaliptos tienen una mayor densidad y menor diversidad que los bosques nativos provenientes de regeneración natural (Gómez *et al.*, 2009).

Aunque la diversidad de las especies regeneradas después de un año del incendio es baja, resulta ser mayor que la encontrada en la zona no quemada; esto coincide con el estudio de Verzino *et al.* (2005) en Argentina, donde también la diversidad es mayor en el primer año de transcurrido el incendio, posiblemente por el establecimiento de especies pioneras que aprovechan los recursos disponibles y la baja competencia para una rápida colonización.

Otra razón de la baja diversidad, es debido a que toda la zona ha sido intervenida por el ser humano y no hay fuentes semilleras cercanas que se le considere un ecosistema de referencia.

6.3. MECANISMOS DE REGENERACIÓN NATURAL

El mecanismo de regeneración predominante en las especies fue la germinación de semillas, llegando a presentarse en un 69.2 % de las especies de las cuales el 70 % son herbáceas; estos resultados coinciden con los resultados obtenidos en vegetación postincendio, regenerada en costas chilenas (Quintanilla & Castro, 1998). El alto desarrollo de hierbas se debe a la germinación de semillas latentes en el suelo, liberadas por la planta o provenientes de fuentes vecinas. Se presume que esta latencia se presentó en el estudio, permitiendo una alta germinación de algunas especies como *Setaria cernua* que es muy resistente a condiciones adversas y forman bancos de semillas en el suelo, y *Dodonaea viscosa*, que tiene semillas ortodoxas con testa dura e impermeable al agua y con latencia física (Martínez *et al.*, 2006) que requiere del fuego para romper su dormancia y aumentar su porcentaje de germinación.

Por otra parte, el 18 % de las especies presenta mecanismos de regeneración facultativos (geminación y rebrote), destacándose *Mimosa albida* que tiene una germinación fanerocotilar (Camargo & Grether, 1998) y pueden rebrotar numerosos propágulos desde el cuello de la

raíz, *Sida rhombifolia*, cuya semilla poseen cubiertas que las protegen del fuego y también se regeneran vegetativamente y *Byttneria ovata* que emergen los rebrotes desde el sistema radicular sobreviviente (Cristóbal, 2007). De ellas, todas son nativas, a excepción de *Eucalyptus globulus* que es la especie mejor adaptada al fuego, ya que puede rebrotar de yemas latentes que se desarrollan desde las raíces, y de yemas epicórmicas que se encuentran resguardadas por cortezas duras (Rodríguez, 2002), además de germinar de las semillas que son liberadas de la cápsula por acción de fuego, produciendo numerosas plántulas que crecen en las cercanías de la planta madre. Esta especie permitió que la forma de regeneración facultativa sea la más exitosa en términos de abundancia, ya que esta doble estrategia posibilita generar una mayor cantidad de propágulos. El porcentaje de árboles adultos de *Eucalyptus globulus* que sobrevivieron al fuego fue del 98 %. Resultados similares a este también se evidencian en otros estudios; en Portugal, por ejemplo, un año después del fuego, sobrevivieron el 96.1 % de los Eucaliptos, generando nuevos rebrotes basales y epicórmicos (Cattray *et al.*, 2013)

Apenas el 12.8 % tiene una regeneración únicamente vegetativa, presentándose en *Cynodon dactylon* que posee un sistema radicular extenso y profundo que desarrollan brotes meristemáticos debajo del suelo; *Lepechinia betonicifolia*, *Psidium guineense*, *Rubus ellipticus* que se desarrollan a partir de brotes desde el cuello de la raíz de la planta madre, la cual sobrevive al fuego y *Phaedranassa dubia* que rebrota a partir de un bulbo subterráneo; esta especie geófito está entre las primeras plantas que se regeneraron luego del incendio, presentando una hoja solitaria hasta que brota una inflorescencia que puede ser anual o bianual (Anexo 5). Todas estas especies presentan una baja abundancia, a excepción de *Lepechinia betonicifolia* que es una especie frecuente en áreas perturbadas (Drew & Sytsma, 2013). Según

estudios realizados por De las Heras *et al.* (1991), la intensidad de los rebrotes parece estar determinado por las mejores condiciones de luminosidad y disponibilidad de agua, al aporte adicional de nutrientes que el incendio conlleva, la eliminación de la competencia de las especies no adaptadas al fuego y el estímulo que este elemento puede producir en yemas durmientes de algunas especies pirófitas.

La plantación de eucalipto donde se realizó este estudio presentó una rápida recuperación de la cobertura vegetal luego de transcurrido un año del incendio y la presencia de *Eucalyptus globulus* pudo haber influido en este proceso (Anexo 6). Un estudio realizado en Brasil indica que el eucalipto puede promover la recuperación de bosques al suministrar el grado de luminosidad necesario para la regeneración natural (Da Silva *et al.*, 1995). Pero al tratarse de una especie introducida y el único árbol presente en la zona de estudio, es necesario que se considere el enriquecimiento con especies arbóreas nativas que permitan aumentar la diversidad y funcionalidad ecológica de este bosque.

7. RECOMENDACIONES

Los mecanismos de regeneración identificados en este estudio permitieron establecer especies nativas con alta capacidad de recuperación a perturbaciones antrópicas, como *Mimosa albida*, *Byttneria ovata*, *Sida rhombifolia*, *Lepechinia betonicifolia*, *Desmodium molliculum*, *Dodonaea viscosa* y *Psidium guineense*, por lo que se recomienda estudiar sus usos potenciales en procesos de restauración ecológica, principalmente en los estadios iniciales de la sucesión.

Esta investigación permitió identificar especies introducidas que pueden llegar a ser invasivas como *Rubus ellipticus*, por lo que se recomienda investigar su distribución, efectos sobre los ecosistemas andinos y estrategias de control.

La periodicidad anual de incendios en la región Sierra genera cambios en los factores bióticos y abióticos de los ecosistemas afectados, por lo que es importante evaluar estos dos componentes en conjunto para determinar las interacciones y nivel de afectación.

Se requiere establecer programas de monitoreo de áreas afectadas por incendios forestales en los diferentes ecosistemas de la Sierra ecuatoriana tanto nativos como con especies introducidas para comprender las dinámicas de regeneración y la capacidad de resiliencia al fuego de los bosques interandinos.

El programa de incentivos del estado ecuatoriano para la reforestación de especies forestales con fines comerciales hace que especies como el *Eucaliptus globulus* continúe formando parte del paisaje andino, por lo que deben ser consideradas en los programas de control de incendios forestales.

8. LITERATURA CITADA

- Acosta Solís, M. 1949. El eucalipto en el Ecuador. Quito. Ecuador.
- Aus der Beek, R. & Sáenz, G. 1992. Manejo forestal basado en la regeneración natural del bosque: Estudio de caso en los robledales de altura de la cordillera de Talamanca, Costa Rica. CATIE.
- Badii, M. H., Landeros, J., & Cerna, E. 2008. Patrones de asociación de especies y sustentabilidad (Species association patterns and sustainability). *Daena: International Journal of Good Conscience* 3(1) : 632-660
- Brooks, M., D'antonio, C., Richardson, D., Grace, J., Keeley, J., DiTomaso, J., Hobbs, R., Pellant, M. & Pyke, D. 2004. Effects of Invasive Alien Plants on Fire Regimes. *BioScience* 54 (7): 677-688.
- Camargo, S. & Grether, R. 1998. Germinación, dispersión y establecimiento de plántulas de *Mimosa tenuiflora* (Leguminosae) en México. *Revista de Biología Tropical* 46 (3): 543-554.
- Carvalho, F. A., de Abreu, R. C., de Barros, K., Fonseca, S., Santiago, D. S., de Oliveira, D., de Assis, D. C., de Oliveira Pimentel, F., de Britto Lyra, M. & Furtado, S. G. 2014. A comunidade arbórea regenerante de um'ecossistema emergente'dominado pela espécie invasora *Pinus elliottii* Engelm. *Interciencia* 39(5): 307-312.
- Catry, F., Moreira, F., Tujeira, R. & Silva, J. 2013. Post-fire survival and regeneration of *Eucalyptus globulus* in forest plantations in Portugal. *Forest Ecology and Management* 310: 194-203.

- Ceccon, E. 2014. *Restauración en bosques tropicales: fundamentos ecológicos, prácticos y sociales*. Ediciones Díaz de Santos. México.
- Cochrane, M. A. 2002. Se extienden como un reguero de pólvora: Incendios en bosques tropicales en América Latina y el Caribe: Prevención, evaluación y alerta temprana. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. México.
- Cristóbal, C. L. 2007. Sterculiaceae de Paraguay. I. Ayenia, Byttneria, Guazuma, Helicteres, Melochia y Sterculia. *Bonplandia* 16 (1-2): 5-142.
- Cuerpo de Bomberos de Ibarra. 2014. Informe incendios forestales registrados en la Loma de Guayabillas desde el mes de noviembre de 2009 hasta el 25 de septiembre de 2014. Sistema de Registro Informático. Ibarra. Ecuador.
- Da Silva, M., Scarano, F. R. & de Souza Cardel, F. 1995. Regeneration of an Atlantic forest formation in the understorey of a *Eucalyptus grandis* plantation in south-eastern Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 11 (01): 147-152.
- De las Heras, J., Martínez, J. & Herranz, J. 1991. Impacto ecológico de los incendios forestales. *Al-Basit: Revista de estudios albacetenses* 29: 105-117.
- Drew, B. T. & Sytsma, K. J. 2013. The South American radiation of *Lepechinia* (Lamiaceae): phylogenetics, divergence times and evolution of dioecy. *Botanical Journal of the Linnean Society* 171 (1): 171-190.
- FAO. 1981. El eucalipto en la repoblación forestal: Estudios de silvicultura y productos forestales N° 11. Roma. Italia.

- Fernández, I., Morales, N., Olivares, L., Salvatierra, J., Gómez, M. & Montenegro, G. 2010. *Restauración ecológica para ecosistemas nativos afectados por incendios forestales*. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Feyera, S., Beck, E. & Lüttge, U. 2002. Exotic trees as nurse-trees for the regeneration of natural tropical forests. *Trees* 16 (4-5): 245-249.
- García, R. A., Pauchard, A., Cavieres, L. A., Peña, E. & Rodríguez, M. F. 2010. El fuego favorece la invasión de *Teline monspessulana* (Fabaceae) al aumentar su germinación. *Revista chilena de historia natural* 83 (3): 443-452.
- Global Invasive Species Database. 2010. Disponible en: <http://www.issg.org/database>. Acceso [15 diciembre del 2015].
- Gómez, L., Zavala, M. A., Bonet, F. J. & Zamora Rodríguez, R. 2009. Regeneración y diversidad en pinares de repoblación: un análisis a través de gradientes ambientales. 5to. Congreso forestal español.
- Granados, D. & López, G. 1998. Ecología del fuego. *Revista Chapingo (México). Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 4 (1): 193-206.
- Granados, D. & López, G. 2007. Fitogeografía y ecología del género *Eucalyptus*. *Revista Chapingo. Serie ciencias forestales y del ambiente*. Universidad Autónoma Chapingo Chapingo, México 13 (2): 143-156.
- Grijalva, J., Checa, X., Ramos, R., Barrera, P. & Limongi, R. 2012. Situación de los Recursos Genéticos Forestales – Informe País Ecuador. Preparado por el Programa Nacional de Forestería del INIAP con aval del INIAP/FAO/MAE/MAGAP/MMRREE. Documento

sometido a la Comisión Forestal de la FAO-Roma, para preparación del Primer Informe sobre el Estado de los Recursos Genéticos Forestales en el Mundo. 95 p.

Ignacio, J., Mifsut, M. & Martínez, M. (eds.). 2007. *Especies invasoras de alto impacto a la biodiversidad: prioridades en México*. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Jiutepec, Morelos.

Jacobi, J. D. & Warshauer, F. R. 1992. Distribution of six alien plant species in upland habitats on the island of Hawaii. *Alien plant invasions in native ecosystems of Hawaii*. Cooperative National Park Resources Studies Unit, University of Hawaii, Honolulu 155-188.

Jiménez, A. 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología* 8: 151-161.

Jørgensen, P.M. & S. León-Yáñez (eds.). 1999. Catalogue of the vascular plants of Ecuador. Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard. 75: i–viii, 1–1182.

León-Yáñez, S., Valencia, R., Pitman, N., Endara, L., Ulloa Ulloa, C. & Navarrete, H. (eds.). 2011. Libro rojo de las Plantas endémicas del Ecuador, 2ª edición, Publicaciones del Herbario QCA, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito.

Lloret, F. 2003. Gestión del fuego y conservación en ecosistemas mediterráneos. *Revista Ecosistemas* 12 (2).

Lowe, S., Browne, M., Boudjelas, S. & De Poorter, M. 2004. 100 de las Especies Exóticas Invasoras más dañinas del mundo. *Una selección del Global Invasive Species*

Database. Grupo Especialista de Especies Invasoras (GEEI), Auckland, Nueva Zelanda.

Martínez, G., Orozco, A. & Martorell, C. 2006. Efectividad de algunos tratamientos pregerminativos para ocho especies leñosas de la Mixteca Alta Oaxaqueña con características relevantes para la restauración. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 79: 9-20.

Ministerio del Ambiente del Ecuador. 2001. Registro oficial No. 442. Acuerdo No. 047. Tribunal Constitucional del Gobierno del Ecuador.

Ministerio del Ambiente del Ecuador. 2010. Aprovechamiento de los Recursos Forestales 2007 - 2009. Quito, Ecuador.

Ministerio del Ambiente del Ecuador. 2012. Sistema de clasificación de los ecosistemas del Ecuador continental. Subsecretaría de Patrimonio Natural. Quito.

Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. 2014. Programa de Incentivos para la Reforestación con Fines Comerciales. Guayaquil – Ecuador.

Municipio de San Miguel de Ibarra. 1997. Ordenanza Municipal. Consejo Municipal de Ibarra. Ibarra. Ecuador.

Municipio de San Miguel de Ibarra. 2014. Informe del cambio de estructura vegetal del Bosque protector Guayabillas como un mecanismo para mejoramiento y recuperación ambiental. Memorando 2014-041 DGA-URN-BPL Bosque Protector Guayabillas. Ibarra. Ecuador.

- Myers, R. L. 2006. Convivir con el fuego; manteniendo los ecosistemas y los medios de subsistencia mediante el Manejo Integral del Fuego. *Iniciativa Global para el Manejo del Fuego. The Nature Conservancy. Arlington, VA. USA.*
- Nasi, R., Dennis, R., Meijaard, E., Applegate, G. & Moore, P. 2002. Los incendios forestales y la diversidad biológica. *Unasylva (FAO)*. 209 (53).
- Pacific Island Ecosystems at Risk. 2013. *Cynodon dactylon* (L.) Pers. Poaceae. Disponible en: http://www.hear.org/Pier/species/cynodon_dactylon.htm [Acceso 15 de diciembre del 2015]
- Pausas, J. 2011. Incendios necesarios. El fuego en los ecosistemas terrestres: ahora y siempre. *Mètode N° 70*. Revista de Difusión de la Investigación de la Universidad de Valencia. España.
- Pérez, F., Echeverría, M., de la Riva, J. & Ibarra, P. 2011. Apuntes sobre los efectos de los incendios forestales y restauración ambiental de áreas quemadas. Estado de la cuestión y principios generales. *Geographicalia* 59: 295-308.
- Pla, L. 2006. Biodiversidad: Inferencia basada en el índice de Shannon y la riqueza. *Interciencia: Revista de ciencia y tecnología de América* 31 (8): 583-590.
- Poore, M. & Fries, C. 1987. Efectos ecológicos de los Eucaliptos. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma. Italia
- Quintanilla, V. 1983. Comparación entre dos ecosistemas tropoandinos: la puna chilena y el páramo ecuatoriano. *Investigaciones Geográficas*. Departamento de Geografía Universidad de Chile 30: 25-45.

- Quintanilla, V. & Castro Ríos, R. 1998. Seguimiento de las cubiertas vegetales post-incendios forestales en la zona mediterránea costera de Chile. *Serie Geográfica* 7: 147-154.
- Quiroz, C., Pauchard, A., Marticorena, A. & Cavieres, L. A. 2009. *Manual de plantas invasoras del centro-sur de Chile*. Instituto de Ecología y Biodiversidad. Laboratorio de Invasiones Biológicas. Concepción, Chile.
- Rentería, J., Atkinson, R. & Buddenhagen, C. 2007. Estrategias para la erradicación de 21 especies de plantas potencialmente invasoras en Galápagos. *Fundación Charles Darwin*. Programa de Especies Invasoras en Galápagos.
- Rodríguez, D. 2002. Efecto del fuego en el crecimiento en diámetro de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 8 (1): 71-74.
- Roos, K., Rollenbeck, R., Peters, T., Bendix, J. & Beck, E. 2010. Growth of tropical bracken (*Pteridium arachnoideum*): response to weather variations and burning. *Invasive Plant Science and Management* 3 (4): 402-411.
- Sánchez, J. 2012. *Introducción a la Estadística no Paramétrica y al análisis Multivariado*. Quito. Ecuador.
- Secretaría de Gestión de Riesgos. 2013. *Informe consolidado del Ecuador 2010 – 2013*.
- Secretaría de Gestión de Riesgos. 2014. *Amenaza Incendios Forestales. Escenarios Trimestrales. Dirección de Monitoreo de Eventos Adversos Componente Escenarios*. Ecuador.

- Secretaría de Gestión de Riesgos. 2015. Informe Imbabura – Carchi. Unidad de Monitoreo de Eventos Adversos.
- Sonco Suri, R. 2013. Estudio de la diversidad alfa (α) y beta (β) en tres localidades del bosque montano en la región de Madidi, La Paz-Bolivia. Tesis de Ingeniería Agronómica . Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia.
- Thonicke, K., Venevsky, S., Sitch, S. & Cramer, W. 2001. The role of fire disturbance for global vegetation dynamics: coupling fire into a Dynamic Global Vegetation Model. *Global Ecology and Biogeography* 10 (6): 661-677.
- Tropicos.org. Missouri Botanical Garden. 21 Dec 2015 <http://www.tropicos.org>
- Vargas, O. 1997. Un modelo de sucesión-regeneración de los páramos después de quemadas. *Caldasia* 19 (1-2): 331-345.
- Verzino, G., Joseau, J., Dorado, M., Gellert, E., Rodríguez Reartes, S. & Nóbile, R. 2005. Impacto de los incendios sobre la diversidad vegetal, Sierras de Córdoba, Argentina. *Ecología Aplicada* 4 (1-2): 25-34.
- Villarreal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H., Ospina, M. & Umaña, A.M. 2006. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de Inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Segunda edición. Bogotá, Colombia.
- WWF/Adena. 2014. Los bosques después del fuego. Análisis de WWF sobre la necesidad de restaurar para reducir la vulnerabilidad de los bosques. Madrid. España.

9. FIGURAS

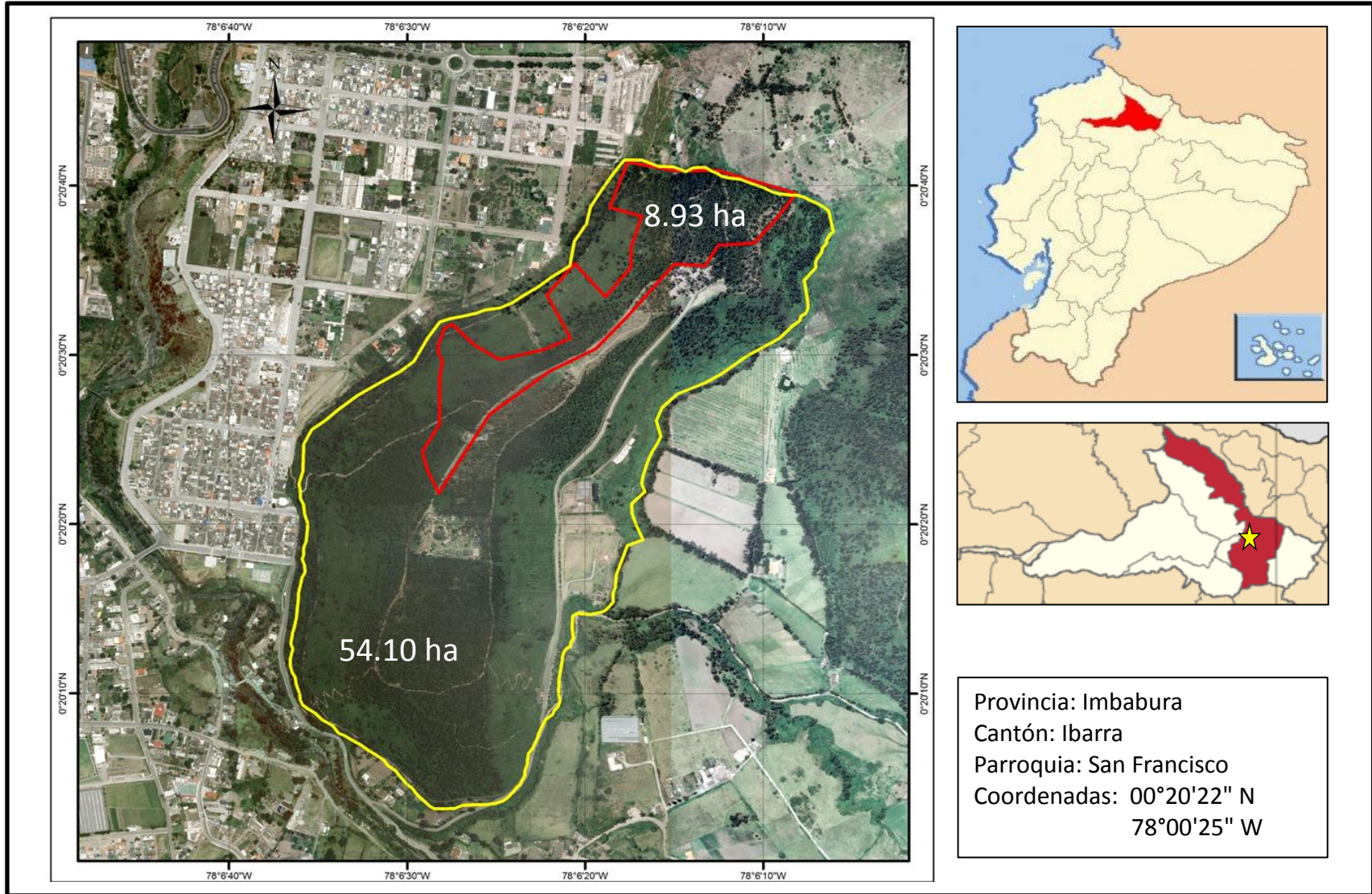


Figura 1. Mapa de ubicación de la zona de estudio: Bosque Protector “Loma de Guayabillas”

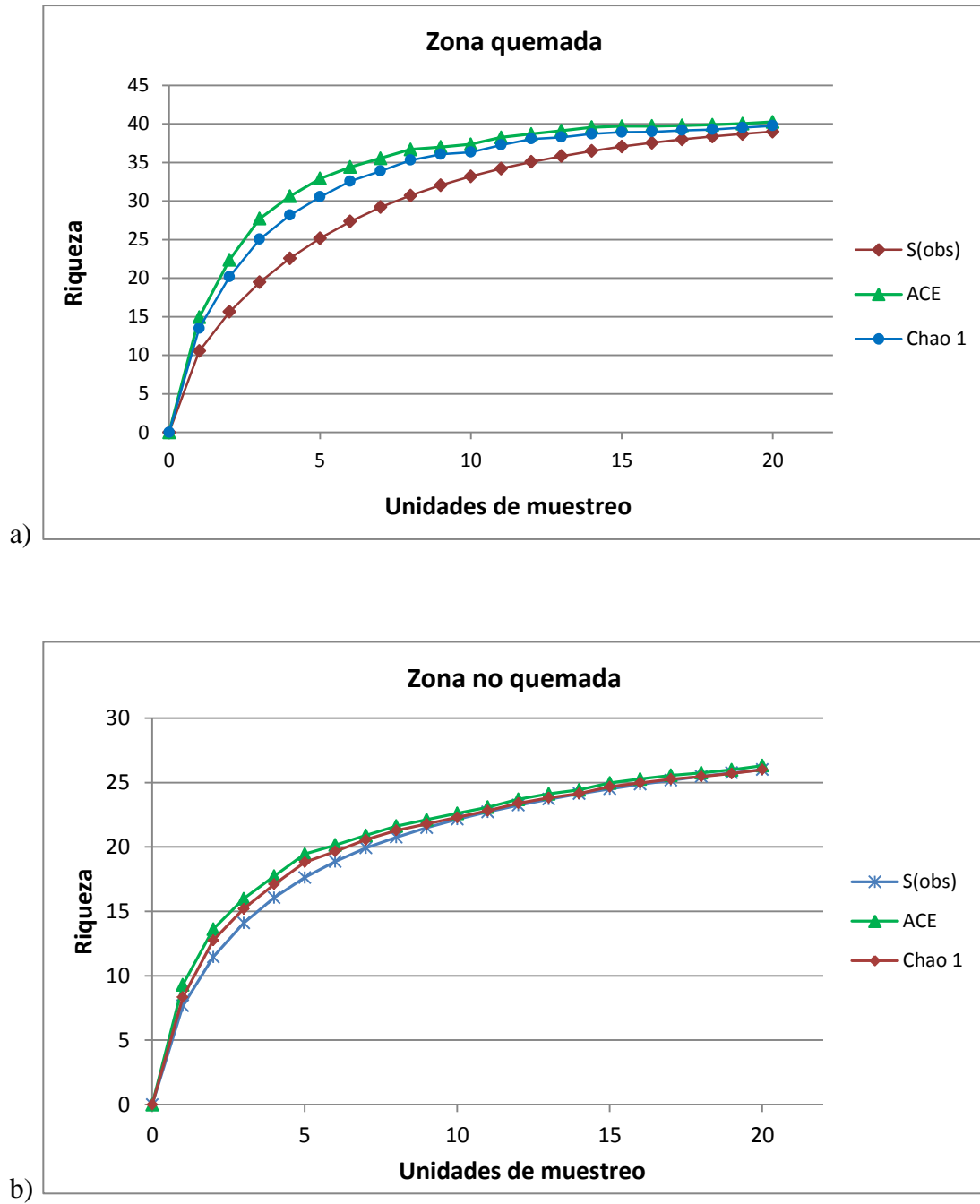


Figura 2. Curvas de acumulación de especies observadas S (obs) y estimadas con proyección Ace y Chao1. Zona quemada (a) y Zona no quemada (b).

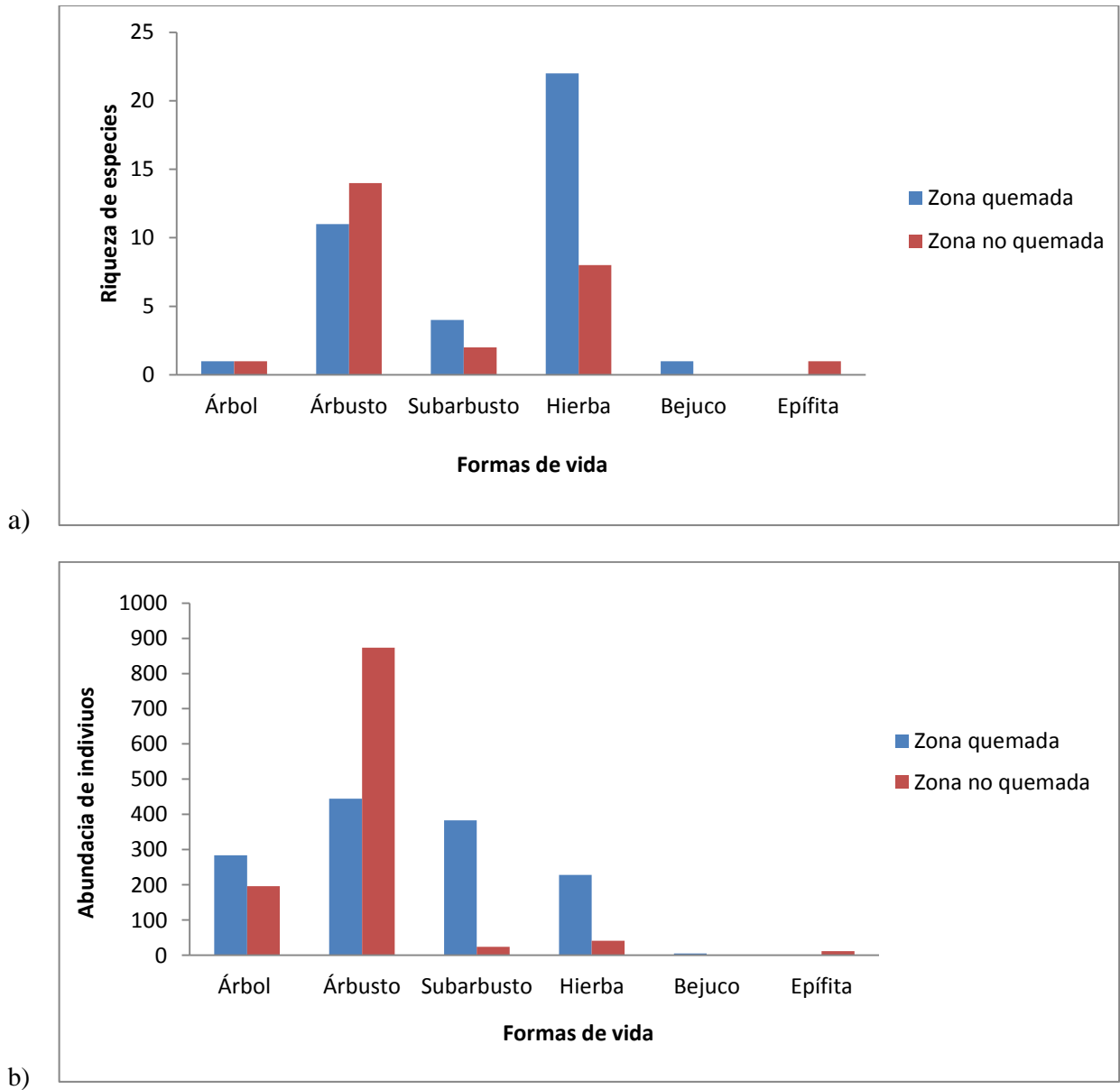


Figura 3. Formas de vida de la vegetación de las zonas de estudio según: a) riqueza de especies y b) abundancia de individuos.

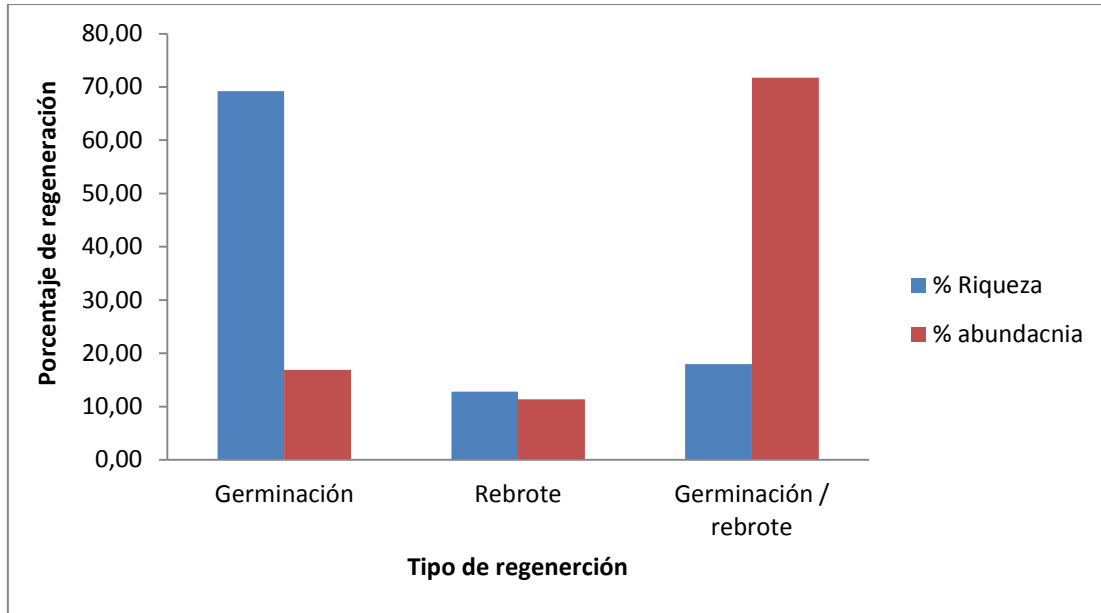


Figura 4. Comparación de las formas de regeneración natural con la abundancia y riqueza de especies de la Zona quemada.

10. TABLAS

Tabla 1. Inventario de especies vegetales de las zonas de estudio con la abundancia, las formas de vida (Ar= Árbol, Ab =Arbusto, Sab= Subarbusto, Hr = Hierba, Ep = Epífita, Be = Bejuco.) y origen fitogeográfico (N = Nativa, E = Endémica, I = Introducida).

Familia	Nombre científico	ABUNDANCIA		Forma de vida	Origen fitogeográfico
		Zona quemada	Zona no quemada		
1. AGAVACEAE	1 <i>Furcraea andina</i> Trel.	-	9	Hr	N
2. AMARANTHACEAE	2 <i>Alternanthera porrigens</i> (Jacq.) Kuntze	7	14	Sab	N
3. AMARYLLIDACEAE	3 <i>Phaedranassa dubia</i> (Kunth) J.F. Macbr.	4	6	Hr	N
4. ASTERACEAE	4 <i>Achyrocline alata</i> (Kunth) DC.	5	-	Hr	N
	5 <i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	12	19	Ab	N
	6 <i>Bidens pilosa</i> L.	9	-	Hr	N
	7 <i>Cirsium vulgare</i> (Savi) Ten.	4	-	Hr	I
	8 <i>Sonchus oleraceus</i> L.	3	-	Hr	I
5 . BERBERIDACEAE	9 <i>Berberis hallii</i> Hieron.	3	6	Ab	N
6. BIGNONIACEAE	10 <i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth	1	1	Ab	N
7. BROMELIACEAE	11 <i>Tillandsia lajensis</i> André	-	12	Ep	N
8. COMMELINACEAE	12 <i>Tradescantia zebrina</i> Heynh. ex Bosse	-	7	Hr	I
9. CONVOLVULACEAE	13 <i>Ipomoea purpurea</i> (L.) Roth	5	-	Be	N
10. CRASSULACEAE	14 <i>Bryophyllum pinnatum</i> (Lam.) Oken	22	-	Hr	I
11. CYPERACEAE	15 <i>Cyperus aggregatus</i> (Willd.) Endl.	3	-	Hr	N
12 .EUPHORBIACEAE	16 <i>Croton wagneri</i> Müll. Arg.	-	12	Ab	E
13. FABACEAE	17 <i>Dalea coerulea</i> (L. f.) Schinz & Thell.	9	-	Ab	N
	18 <i>Desmodium molliculum</i> (Kunth) DC.	54	-	Hr	N
	19 <i>Mimosa albida</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	238	393	Ab	N
14. LAMIACEAE	20 <i>Lepechinia betonicifolia</i> (Lam.) Epling	107	18	Ab	N
	21 <i>Salvia tiliifolia</i> Vahl	18	-	Hr	I
15. MALVACEAE	22 <i>Abutilon ibarrense</i> Kunth	3	-	Ab	N
	23 <i>Pavonia sepium</i> A. St.-Hil.	-	17	Ab	N
	24 <i>Sida rhombifolia</i> L.	177	-	Sab	N

Continua Tabla 1

16. MYRTACEAE	25	<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.	284	196	Ar	I
	26	<i>Psidium guineense</i> Sw.	24	17	Ab	N
17. OXALIDACEAE	27	<i>Oxalis corniculata</i> L.	-	8	Hr	N
	28	<i>Oxalis lotoides</i> Kunth	-	2	Hr	N
18. PHYTOLACCACEAE	29	<i>Phytolacca bogotensis</i> Kunth	4	-	Hr	N
19. PLANTAGINACEAE	30	<i>Plantago lanceolata</i> L.	4	-	Hr	I
20. POACEAE	31	<i>Bromus catharticus</i> Vahl	3	-	Hr	N
	32	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	9	-	Hr	I
	33	<i>Eragrostis tenuifolia</i> (A. Rich.) Hochst. ex Steud.	14	-	Hr	I
	34	<i>Pappophorum pappiferum</i> (Lam.) Kuntze	1	3	Hr	N
	35	<i>Paspalum macrophyllum</i> Kunth	15	-	Hr	N
	36	<i>Polypogon interruptus</i> Kunth	4	-	Hr	N
	37	<i>Setaria cernua</i> Kunth.	27	-	Hr	N
21. POLYGALACEAE	38	<i>Monnina obtusifolia</i> Kunth	-	14	Ab	N
22. POLYPODIACEAE	39	<i>Niphidium crassifolium</i> (L.) Lellinger	-	3	Hr	N
23. PRIMULACEAE	40	<i>Anagallis foemina</i> Mill.	8	-	Hr	N
24. ROSACEAE	41	<i>Rubus ellipticus</i> Sm.	9	109	Ab	I
	42	<i>Rubus niveus</i> Thunb.	-	11	Ab	I
25. SAPINDACEAE	43	<i>Dodonaea viscosa</i> Jacq.	37	6	Ab	N
26. SOLANACEAE	44	<i>Datura stramonium</i> L.	2	-	Hr	N
	45	<i>Nicandra physalodes</i> (L.) Gaertn.	2	-	Sab	I
	46	<i>Solanum nigrescens</i> M. Martens & Galeotti	1	3	Hr	N
27. STERCULIACEAE	47	<i>Byttneria ovata</i> Lam.	197	10	Sab	N
28. VERBENACEAE	48	<i>Duranta triacantha</i> Juss.	-	11	Ab	N
	49	<i>Lantana rugulosa</i> Kunth	2	239	Ab	N
	50	<i>Verbena litoralis</i> Kunth	14	-	Hr	N
Total abundancia			1345	1146		

Tabla 2. ANOVA de riqueza y abundancia de las zonas de estudio

		Suma de cuadrados	df	Media de cuadrado	F	Sig.
Riqueza	Entre grupos	0.906	1	0.906	18.843	0.000
	Dentro de grupos	1.827	38	0.048		
	Total	2.733	39			
Abundancia	Entre grupos	990.025	1	990.025	0.979	0.329
	Dentro de grupos	38441.950	38	1011.630		
	Total	39431.975	39			

Tabla 3. Valores de Abundancia relativa (AR), Frecuencia relativa (FR) , Dominancia relativa (DR) e Índice de Valor de Importancia (IVI) de las zonas de estudio.

Forma de vida	Nombre científico	ZONA QUEMADA				ZONA NO QUEMADA			
		AR	FR	DR	IVI	AR	FR	DR	IVI
Árbol	1 <i>Eucalyptus globulus</i> Labill.	21.1	9.5	23.1	53.7	17.1	11.8	44.6	73.5
Arbusto	2 <i>Mimosa albida</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	17.7	9.0	22.3	49.0	34.3	13.1	21.5	68.9
	3 <i>Lepechinia betonicifolia</i> (Lam.) Epling	8.0	8.1	9.2	25.2	1.6	4.6	1.2	7.3
	4 <i>Dodonaea viscosa</i> Jacq.	2.8	2.8	1.8	7.4	0.5	2.0	0.3	2.8
	5 <i>Psidium guineense</i> Sw.	1.8	3.8	1.9	7.5	1.5	5.9	1.0	8.3
	6 <i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	0.9	2.8	0.5	4.2	1.7	7.8	1.2	10.7
	7 <i>Rubus ellipticus</i> Sm.	0.7	0.9	0.7	2.3	9.5	5.9	9.1	24.5
	8 <i>Dalea coerulea</i> (L. f.) Schinz & Thell.	0.7	1.4	0.4	2.5	-	-	-	-
	9 <i>Berberis hallii</i> Hieron.	0.2	1.4	0.2	1.8	0.5	3.3	0.2	4.0
	10 <i>Abutilon ibarrense</i> Kunth	0.2	1.4	0.2	1.8	-	-	-	-
	11 <i>Lantana rugulosa</i> Kunth	0.1	0.9	0.2	1.2	20.9	10.5	15.3	46.6
	12 <i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth	0.1	0.5	0.0	0.6	0.1	0.7	0.0	0.8
	13 <i>Pavonia sepium</i> A. St.-Hil.	-	-	-	-	1.5	3.3	0.5	5.3
	14 <i>Monnina obtusifolia</i> Kunth	-	-	-	-	1.2	3.9	0.5	5.7
	15 <i>Croton wagneri</i> Müll. Arg.	-	-	-	-	1.0	2.6	0.4	4.0
	16 <i>Duranta triacantha</i> Juss.	-	-	-	-	1.0	4.6	0.6	6.1
	17 <i>Rubus niveus</i> Thunb.	-	-	-	-	1.0	2.0	0.6	3.6
	Subarbusto	18 <i>Byttneria ovata</i> Lam.	14.6	8.1	19.3	42.0	0.9	2.0	0.6
19 <i>Sida rhombifolia</i> L.		13.2	9.0	8.3	30.5	-	-	-	-
20 <i>Alternanthera porrigens</i> (Jacq.) Kuntze		0.5	1.9	0.5	2.9	1.2	3.9	0.5	5.7
21 <i>Nicandra physalodes</i> (L.) Gaertn.		0.1	0.9	0.1	1.2	-	-	-	-

Continua Tabla 3

Hierba	22	<i>Desmodium molliculum</i> (Kunth) DC.	4.0	4.7	3.1	11.8	-	-	-	-	
	23	<i>Setaria cernua</i> Kunth.	2.0	4.3	1.2	7.4	-	-	-	-	
	24	<i>Bryophyllum pinnatum</i> (Lam.) Oken	1.6	1.4	1.3	4.4	-	-	-	-	
	25	<i>Salvia tiliifolia</i> Vahl	1.3	2.4	0.7	4.4	-	-	-	-	
	26	<i>Paspalum macrophyllum</i> Kunth	1.1	0.5	0.5	2.0	-	-	-	-	
	27	<i>Eragrostis tenuifolia</i> (A. Rich.) Hochst. ex Steud.	1.0	1.4	0.6	3.1	-	-	-	-	
	28	<i>Verbena litoralis</i> Kunth	1.0	2.8	0.6	4.5	-	-	-	-	
	29	<i>Bidens pilosa</i> L.	0.7	2.4	0.5	3.6	-	-	-	-	
	30	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	0.7	2.4	0.4	3.5	-	-	-	-	
	31	<i>Anagallis foemina</i> Mill.	0.6	1.4	0.4	2.4	-	-	-	-	
	32	<i>Achyrocline alata</i> (Kunth) DC.	0.4	0.9	0.2	1.6	-	-	-	-	
	33	<i>Phaedranassa dubia</i> (Kunth) J.F. Macbr.	0.3	1.4	0.1	1.8	0.5	0.7	0.1	1.2	
	34	<i>Cirsium vulgare</i> (Savi) Ten.	0.3	0.9	0.2	1.5	-	-	-	-	
	35	<i>Phytolacca bogotensis</i> Kunth	0.3	1.9	0.3	2.5	-	-	-	-	
	36	<i>Plantago lanceolata</i> L.	0.3	0.5	0.2	1.0	-	-	-	-	
	37	<i>Polypogon interruptus</i> Kunth	0.3	1.4	0.2	1.9	-	-	-	-	
	38	<i>Bromus catharticus</i> Vahl	0.2	0.5	0.1	0.8	-	-	-	-	
	39	<i>Cyperus aggregatus</i> (Willd.) Endl.	0.2	0.9	0.1	1.3	-	-	-	-	
	40	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	0.2	1.4	0.1	1.8	-	-	-	-	
	41	<i>Datura stramonium</i> L.	0.1	0.9	0.1	1.2	-	-	-	-	
	42	<i>Pappophorum pappiferum</i> (Lam.) Kuntze	0.1	0.5	0.0	0.6	0.3	1.3	0.1	1.6	
	43	<i>Solanum nigrescens</i> M. Martens & Galeotti	0.1	0.5	0.1	0.6	0.3	0.7	0.1	1.0	
	44	<i>Furcraea andina</i> Trel.	-	-	-	-	0.8	1.3	0.8	2.9	
	45	<i>Oxalis corniculata</i> L.	-	-	-	-	0.7	1.3	0.1	2.2	
	46	<i>Tradescantia zebrina</i> Heynh. ex Bosse	-	-	-	-	0.6	0.7	0.1	1.4	
	47	<i>Niphidium crassifolium</i> (L.) Lellinger	-	-	-	-	0.3	1.3	0.0	1.6	
	48	<i>Oxalis lotoides</i> Kunth	-	-	-	-	0.2	0.7	0.0	0.9	
	Bejuco	49	<i>Ipomoea purpurea</i> (L.) Roth	0.4	1.9	0.2	2.5	-	-	-	-
	Epífita	50	<i>Tillandsia lajensis</i> André	-	-	-	-	1.0	4.6	0.3	6.0
	Total			100.0	100.0	100.0	300.0	100.0	100.0	100.0	300.0

Tabla 4. Características de especies invasivas de la zona de estudio

Especie	Forma de vida	Procedencia	Características
<i>Cirsium vulgare</i> (Savi) Ten	Hierba	Europa, Asia y el norte de África	Tolera una amplia variedad de tipos de suelo y niveles de humedad. Abundante en las zonas donde el suelo ha sido perturbado. Se considera una maleza nociva y puede alcanzar las dimensiones de una "plaga" en bosques naturales y bosques plantados (Global Invasive Species Database, 2010).
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	Hierba	Eurasia y el norte de África	Prefiere áreas perturbadas como tierras de cultivo y campos recientemente quemados. Es hospedera de plagas y enfermedades. Se reproduce por semillas que se dispersan por el viento y germinan mayormente en condiciones luminosas (Global Invasive Species Database, 2010).
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	Hierba	Europa meridional	Se propaga por estolones, rizomas subterráneos y por semillas bajo condiciones de humedad, crece en condiciones ácidas o alcalinas y sobrevive inundaciones y la sequía a través de rebrote (Global Invasive Species Database, 2010). Es una mala hierba agrícola, tóxica para los animales (Pacific Island Ecosystems at Risk, 2013).
<i>Rubus ellipticus</i> Sm.	Arbusto	Sur de Asia	Se propaga rápidamente por brotes de raíz y se regenera a partir de brotes subterráneos después de un incendio o de corte. Forma matorrales impenetrables que pueden amenazar ecosistemas nativos. (Global Invasive Species Database, 2010)

Tabla 5. Tipo de regeneración de las especies en la zona quemada según las formas de vida

Forma de vida	Nombre científico	TIPO DE REGENERACIÓN		
		Germinación	Rebrote	Facultativo (germinación y rebrote)
Árbol	1. <i>Eucalyptus globulus</i> Labill.	-	-	x
Arbusto	2. <i>Abutilon ibarrense</i> Kunth	x	-	-
	3. <i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	-	-	x
	4. <i>Berberis hallii</i> Hieron.	-	-	x
	5. <i>Dalea coerulea</i> (L. f.) Schinz & Thell.	x	-	-
	6. <i>Dodonaea viscosa</i> Jacq.	x	-	-
	7. <i>Lantana rugulosa</i> Kunth	x	-	-
	8. <i>Lepechinia betonicifolia</i> (Lam.) Epling	-	x	-
	9. <i>Mimosa albida</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	-	-	x
	10. <i>Psidium guineense</i> Sw.	-	x	-
	11. <i>Rubus ellipticus</i> Sm.	-	x	-
	12. <i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth	x	-	-
	Subarbusto	13. <i>Alternanthera porrigens</i> (Jacq.) Kuntze	x	-
14. <i>Byttneria ovata</i> Lam.		-	-	x
15. <i>Nicandra physalodes</i> (L.) Gaertn.		x	-	-
16. <i>Sida rhombifolia</i> L.		-	-	x
Hierba	17. <i>Achyrocline alata</i> (Kunth) DC.	x	-	-
	18. <i>Anagallis foemina</i> Mill.	x	-	-
	19. <i>Bidens pilosa</i> L.	x	-	-
	20. <i>Bromus catharticus</i> Vahl	x	-	-
	21. <i>Bryophyllum pinnatum</i> (Lam.) Oken	x	-	-
	22. <i>Cirsium vulgare</i> (Savi) Ten.	x	-	-
	23. <i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	-	x	-
	24. <i>Cyperus aggregatus</i> (Willd.) Endl.	x	-	-
	25. <i>Datura stramonium</i> L.	x	-	-
	26. <i>Desmodium molliculum</i> (Kunth) DC.	-	-	x
	27. <i>Eragrostis tenuifolia</i> (A. Rich.) Hochst. ex Steud.	x	-	-
	28. <i>Pappophorum pappiferum</i> (Lam.) Kuntze	x	-	-
	29. <i>Paspalum macrophyllum</i> Kunth	x	-	-
	30. <i>Phaedranassa dubia</i> (Kunth) J.F. Macbr.	-	x	-
	31. <i>Phytolacca bogotensis</i> Kunth	x	-	-
	32. <i>Plantago lanceolata</i> L.	x	-	-
	33. <i>Polypogon interruptus</i> Kunth	x	-	-
	34. <i>Salvia tiliifolia</i> Vahl	x	-	-
	35. <i>Setaria cernua</i> Kunth.	x	-	-
	36. <i>Solanum nigrescens</i> M. Martens & Galeotti	x	-	-
37. <i>Sonchus oleraceus</i> L.	x	-	-	
38. <i>Verbena litoralis</i> Kunth	x	-	-	
Bejuco	39. <i>Ipomoea purpurea</i> (L.) Roth	x	-	-
	Total	27	5	7

11. ANEXOS

Anexo 1. Incendio forestal en el Bosque protector “Loma de Guayabillas” a) Bomberos combatiendo el flagelo b) Área afectada por el incendio.



a)

Fuente: Municipio de San Miguel de Ibarra (2014)



b)

Fuente: Municipio de San Miguel de Ibarra (2014)

Anexo 2. Banco de plántulas de *Dodonaea viscosa*, germinadas posterior al incendio



Anexo 3. Regeneración facultativa de *Eucalyptus globulus* a) yemas epicórmicas y b) germinación de semillas



a)

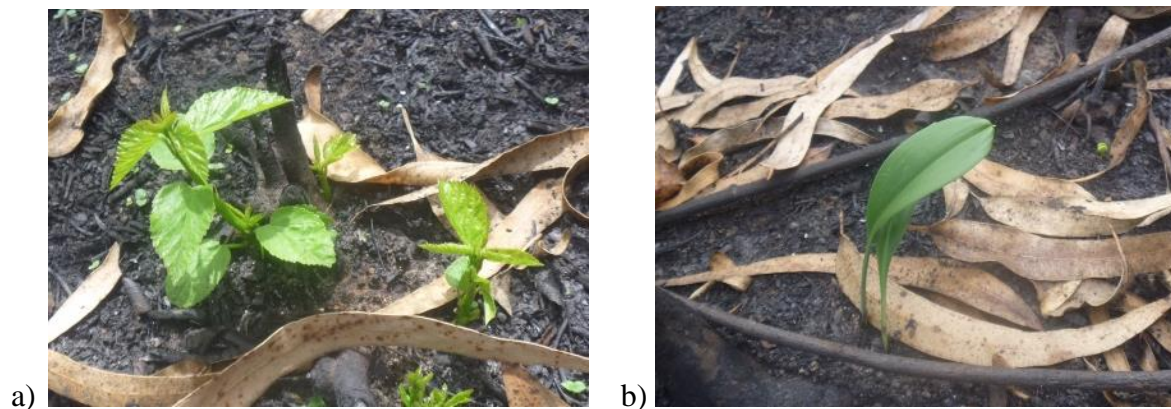


b)

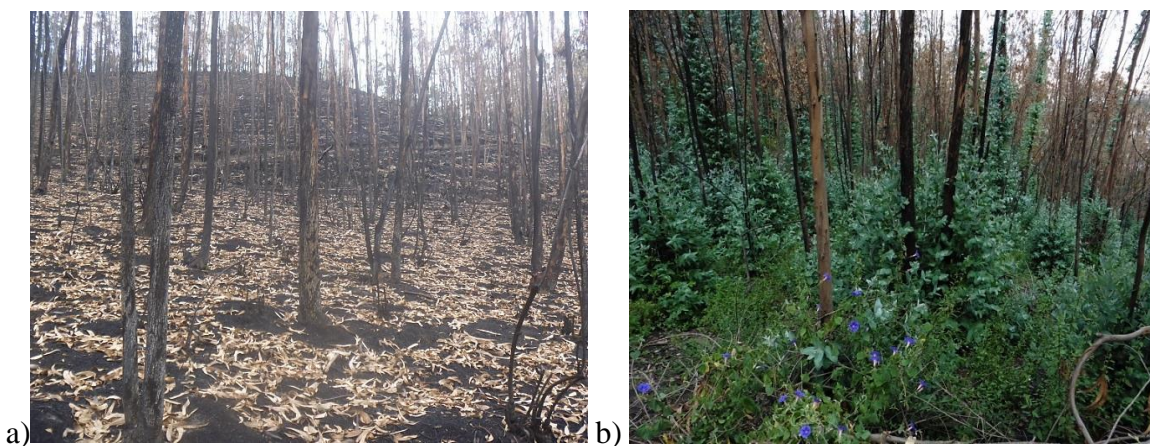
Anexo 4. Especies regeneradas por rebrote: a) *Berberis hallii*, b) *Byttneria ovata*, c) *Lepechinia betonicifolia*, d) *Psidium guineense*, e) *Rubus ellipticus*



Anexo 5. Primeras especies regeneradas post incendio a) *Byttneria ovata*, b) *Phaedranassa dubia*, c) *Mimosa albida* con germinación fanerocotilar



Anexo 6. Cambio del bosque incendiado a) septiembre 2014, b) agosto 2015



GLOSARIO

Epicórmicas: Yemas que se encuentran en forma latente en el tallo y se van moviendo hacia el exterior, conforme el cambium lo hace. Se desarrollan lentamente debajo de la corteza y reemplazan a las hojas y ramas líderes, sobre todo en etapas avanzadas de debilitamiento o después de un factor ambiental o biológico que afectó al arbolado.

Fanerocotilar : Tipos de germinación donde los cotiledones emergen de la semilla.

Geófito : Planta perenne que muestra de forma periódica la reducción del sistema completo aéreo a órganos de almacenamiento incluidos en el suelo. De esta forma, en el periodo desfavorable subsisten merced a órganos perdurables subterráneos (bulbos, rizomas, tubérculos, raíces engrosadas, etc.)

Heliofito : Planta intolerante a la sombra que requieren de un alto grado de iluminación para desarrollarse.

Ignífuga: aplica al material u objeto que protege contra el fuego porque no puede quemarse o porque arde con mucha dificultad

Lignotubérculo o lignotúber: Engrosamiento leñoso del cuello de la raíz que poseen algunas plantas como protección contra la destrucción del tallo, en caso de incendios.

Pirófito: Planta que tiene afinidad con el fuego, relación que puede manifestarse de diferentes modos como el depender estrechamente para su germinación de la acción del fuego.

Pirofitismo activo: Mecanismos ágiles de regeneración tras el fuego que presentan algunas especies que pueden, a su vez, diferenciarse entre: Rebrotadoras y Germinadoras

Pirofitismo pasivo: Estrategias desarrolladas por individuos adultos de especies vegetales para resistir las elevadas temperaturas de las llamas, como puede ser la corteza muy gruesa.

Propágulo: Cualquier parte o estructura de un organismo capaz de desarrollarse separada del mismo para dar lugar a una nueva planta.

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, Paola Alexandra Chávez Guerrero, C.I. 100274409-0 autora del trabajo de graduación intitulado: “Regeneración natural en un bosque interandino de *Eucalyptus globulus* Labill. afectado por incendios forestales”, previa a la obtención del grado académico de MAGÍSTER EN BIOLOGÍA DE LA CONSERVACIÓN en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales:

- 1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tiene la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, de conformidad con el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.
2. Autorizo a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador a difundir a través del sitio web de la Biblioteca de la PUCE el referido trabajo de graduación, respetando las políticas de propiedad intelectual de la Universidad.

Quito, 23de mayo del 2016

Paola Alexandra Chávez Guerrero

CI. 100274409-0