



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

**EVALUACIÓN DE EFECTIVIDAD DE LA ZONA DE AMORTIGUAMIENTO EN
LA RESERVA ECOLÓGICA EL ÁNGEL UTILIZANDO LA SOBREVIVENCIA
Y CRECIMIENTO DE FRAILEJÓN (*Espeletia picnophylla* Cuatrec) COMO
BIOINDICADOR**

**Trabajo de titulación presentado en conformidad a los requisitos
establecidos para optar por el título de:**

Ingeniería Ambiental en Prevención y Remediación

Profesor Guía

David Suárez MSc.

Autor

Luz Margarita Miño Ron

Año

2011

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con la estudiante, orientando sus conocimientos para un adecuado desarrollo del tema escogido, y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación.”

David Suárez Duque MSc.

CI: 171303428-6

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes”

Luz Margarita Miño Ron

CI: 171679078-5

AGRADECIMIENTO

A Dios y la Virgen por acompañarme siempre y guiarme en el camino de la vida.

A mi profesor guía David Suárez y Paola García por haber compartido conmigo todos sus conocimientos y por su ayuda siempre dispuesta para la realización de esta tesis.

A mis padres y hermanos por ser mi soporte y ayuda incondicional en todo momento. Gracias Papá y Mamá por darme una carrera para mi futuro y por creer en mí.

Gracias a mis amigos y todas las personas que de una u otra forma han vivido conmigo la realización de esta tesis por haberme brindado su apoyo, colaboración, ánimo y sobre todo cariño y amistad.

A CONACYT/México por su ayuda financiera través de Paola García y Paul M. Ramsay.

DEDICATORIA

Dedico esta tesis y toda mi carrera universitaria a Dios por ser quien ha estado a mi lado en todo momento dándome fuerzas para luchar día tras día rompiendo todas las barreras que se me presentan.

Con mucho amor a mis padres Ramiro y Margarita, y a mis hermanos que están lejos Lucy, Augusto, Andrés y Pablo que aunque la distancia nos separe los llevo conmigo en todo momento.

RESUMEN

La presente investigación pretendía evaluar la efectividad de la zona de amortiguamiento en la Reserva Ecológica El ángel utilizando el Frailejón (*Espeletia picnophylla* Cautrec) como bioindicador del estado de conservación del páramo.

Para el análisis se los siguientes métodos:

a) Para el Crecimiento.- se midió los individuos de *Espeletia picnophylla* Cautrec dentro y fuera de la reserva. Los sitios estratégicos seleccionados fueron 16, en cada sitio se selecciono 50 individuos, en los cuales se tomaron medidas con diferentes características morfológicas como: tallo, bases muertas, hojas muertas y roseta viva.

b) Para la Sobrevivencia.- se midieron las hojas recién formadas y el tallo de 50 individuos: 25 con quema reciente y 25 sin quema, en cada sitio se marcaron las hojas y tallos para observar su crecimiento a lo largo de los 6 meses de estudio, para posteriormente registrar el número de hojas producidas y el tallo que creció durante ese lapso de tiempo.

Con los datos recogidos se realizó un análisis estadístico donde se noto significativamente las diferencias entre los sitios dentro de la reserva y fuera de la reserva y con edades de quema; los análisis mostraron que el impacto de las quemas es muy significativo fuera de la reserva en la zona de amortiguamiento especialmente los sitios más alejados, los cuales están cerca de la expansión agrícola y las comunidades que habitan en el sector. Por esta razón se concluye que la zona de amortiguamiento es efectiva para mitigar el impacto del fuego sobre el área protegida.

ABSTRACT

This research evaluates the effectiveness of the buffer zone in the Ecological Reserve El Angel using a Frailejón (*Espeletia picnophylla* Cautrec) as bioindicator of the páramo conservation.

For the analysis, the following methods were used:

A). - Growth. - *Espeletia picnophylla* Cautrec individuals with different ages of burning were measured inside and outside the reserve. There were selected 16 strategic sites in each site were selected 50 individuals, the morphological characteristics measured in each of them were: stem, dead bases, dead leaves and rose alive.

B). – Survival. - The recently formed leaves and stems of 50 individuals were measured: 25 with recent burns and 25 without burning, at each site leaves and stems were marked to observe their growth during 6 months. Subsequently, to register the number of leaves produced and the growth of the stem during that period.

With the data collected was processed by statistical analysis, where significant differences were enhanced between several sites within the reserve and off the reserve including burning ages. The analysis showed that the impact of burnings is very significant outside the reserve in the buffer zone specially in the distant sites. They are close to agricultural expansion and the communities living in the region. For this reason the buffer zone is effective to mitigate the impact of burning on the protected area.

ÍNDICE

1.	CAPÍTULO I: GENERALIDADES	1
1.1	INTRODUCCIÓN	1
1.2	OBJETIVOS	3
1.2.1	Objetivo general.....	3
1.2.2	Objetivos Específicos	3
1.3	HIPÓTESIS	4
1.4	ALCANCE	4
1.5	JUSTIFICACIÓN	4
2.	CAPITULO II: MARCO TEÓRICO	6
2.1	PARAMOS	6
2.1.1	Definición.....	6
2.1.2	Páramos del Ecuador	8
2.1.3	Importancia y Servicios Ambientales de los Páramos	14
2.1.4	Areas Protegidas	18
2.1.5	Páramo de frailejones.....	22
2.2	AMENAZAS Y VULNERABILIDADES.....	22
2.2.1	Actividades agropecuarias.....	23
2.2.2	Turismo.....	24
2.2.3	Cambio Climático global	25
2.3	INCENDIOS EN LA VEGETACIÓN.....	27
2.3.1	Incendios en la Reserva Ecológica el Ángel (REEA).....	28
2.4	GLOSARIO AMBIENTAL	30
2.4.1	Bioindicador.....	30
2.4.2	Zona de Amortiguamiento	33
2.4.3	Efectividad	38
3.	CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	39
3.1	ÁREA DE ESTUDIO.....	39

3.1.1	Características físicas del área.....	39
3.1.2	Reserva Ecológica el Ángel.....	43
3.2	PROCEDIMIENTO.....	51
3.2.1	Especie de estudio.....	51
4.	CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	59
4.1	SOBREVIVENCIA.....	59
4.1.1	Análisis de la relación de las características de los frailejones con la distancia a la REEA.....	59
4.1.2	Análisis de la relación de las características de los frailejones con el año estimado de quema.....	74
4.1.3	Análisis de hipótesis.....	80
4.2	CRECIMIENTO.....	84
4.2.1	Análisis estadístico crecimiento.....	84
4.3	EFFECTIVIDAD COMO BIOINDICADOR.....	90
5.	CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	91
5.1	CONCLUSIONES.....	91
5.2	RECOMENDACIONES.....	93
6.	BIBLIOGRAFÍA.....	96
7.	ANEXOS.....	99

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3-1 Uso del Suelo	43
Tabla 3-2 Especies de fauna de la REEA, respecto a las categorías de la UICN	49
Tabla 3-3: Descripción General de los Cuadrantes	53
Tabla 3-4: Edades de Quema	55
Tabla 3-5 Formato para la medición	57
Tabla 4-1 Procesamiento de los datos en relación a la distancia	60
Tabla 4-2 Análisis de acuerdo a la distancia	61
Tabla 4-3 Análisis medición del Tallo	64
Tabla 4-4 Análisis medición de Bases muertas	67
Tabla 4-5 Análisis medición de Hojas muertas	70
Tabla 4-6 Análisis medición de Rosetas vivas	72
Tabla 4-7 Procesamiento de los datos en relación a los años de quema	74
Tabla 4-8 Análisis de acuerdo a los años de quema	75

1. CAPÍTULO I: GENERALIDADES

1.1 INTRODUCCIÓN

La preocupación por la degradación del medio ambiente cada vez se torna más fuerte, los seres vivos no pueden sobrevivir en medios contaminados o hábitats destruidos sin embargo buscan adaptarse al medio que los rodea.

Actualmente la mayor amenaza ecológica es el crecimiento demográfico, las personas buscan cada vez más espacios para vivir y satisfacer sus requerimientos lo cual implica distintos factores tales como: alimentos por lo tanto más tierra para producirlos y aumento de ganado, mayor demanda de agua y otros recursos naturales que cada vez hay mayor competencia para obtenerlos o existe una mala utilización de estos, como el mal uso del recurso bosque la tala de árboles que en su mayoría se le explota para fines comerciales para producir madera, la quema de los páramos, turismo no controlado en áreas protegidas, apertura de carreteras, entre otros.

Como resultado del cambio en los ecosistemas las poblaciones de los diferentes grupos de flora y fauna se han visto afectadas en su crecimiento y principalmente en su hábitat, produciéndose así la extinción de especies únicas en el mundo.

El uso del fuego ha sido percibido como una práctica que impacta negativamente al ecosistema páramo el uso indiscriminado de este. Los páramos son altamente alterados por la continua aplicación del fuego como medio para obtener pastizales o tierras que sirvan para cultivo y en algunos casos quemas mal intencionadas producidas por el hombre, esto causa que se pierda o altere la cobertura vegetal; existen zonas que se encuentran totalmente desprovistas de arbustos, pajonales y se encuentran muy propensas a la erosión y son suelos muy compactados por el sobre pastoreo. En el páramo el fuego se utiliza para distintos propósitos, el primordial es como medio de deforestación para suministrar nuevas áreas de pastizal para el

ganado, o para ampliar las zonas de cultivo. La segunda razón es para proveer al ganado de nutrientes.

Las quemas controladas permiten el aislamiento del fuego a una zona determinada, restringiendo los riesgos y favoreciendo el control de la intensidad de la quema para que el impacto sea menor en este ecosistema.

Según datos que maneja el Ministerio del Ambiente, el 81% de los incendios de la vegetación en los páramos registrados en el país, en los últimos años, fueron ocasionados por el ser humano es decir fueron intencionados; siendo el páramo el ecosistema en donde se registraron el mayor número de incendios de la vegetación. Las quemas continuas en los páramos evitan que la vegetación se renueve completamente y esto da como resultado un ecosistema más pobre. A pesar de la gravedad de los impactos que producen las quemas mal controladas en los páramos, existe poca investigación sobre el riesgo de incendios en este ecosistema.

La Reserva Ecológica El Ángel creada en 1992 (Acuerdo Ministerial 0415 y Registro Oficial No. 21), posee una diversidad de fauna única entre ella alberga las gigantescas esponjas de agua que poseen la capacidad de regular el agua absorbiendo la humedad del ambiente, protegiendo el suelo para permitir el crecimiento y desarrollo de los frailejones, una planta que es propia de ciertos páramos andinos de los Andes del Norte en el Ecuador solo hay en dos sitios; en esta Reserva y en el Parque Nacional Llanganates.

Los frailejones (*Espeletia pycnophylla* Cautrec) son plantas que sus características morfológicas hacen que tengan una gran capacidad de adaptación en extremas condiciones como bajas temperaturas y alta resistencia al fuego.

Actualmente el páramo de los frailejones y la Reserva Ecológica El Ángel están amenazados por los distintos factores generales ya mencionados, pero principalmente su zona de amortiguamiento cada vez se va reduciendo por

presiones producidas por actividades humanas como la expansión de la frontera agrícola, asentamientos humanos e incendios que son la principal causa de deterioro provocando que se debilite el suelo y evita el crecimiento de estas plantas. De esta manera, estudios del efecto de los incendios en los páramos en este sector se vuelve necesario determinar los impactos del fuego en los ecosistemas andinos.

Por tal razón el objetivo de este proyecto es evaluar las condiciones en la que se encuentra la Reserva y su afectación principalmente por las quemadas producidas dentro de ella y en su zona de amortiguamiento.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 OBJETIVO GENERAL

- Evaluar la efectividad de la zona de amortiguamiento de la Reserva Ecológica El Ángel utilizando como bioindicador la ***Espeletia picnophylla Cuatrec*** (Frailejón).

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Comparar las características morfológicas de los individuos de ***Espeletia picnophylla Cuatrec*** con diferente historia de quemadas basándose con un registro de estas en la Reserva Ecológica El Ángel.
- Determinar la influencia de la distancia del área protegida en las características morfológicas de ***Espeletia picnophylla Cuatrec***.
- Analizar la efectividad mediante análisis estadísticos de ***Espeletia picnophylla Cuatrec*** como bioindicador del estado de conservación del páramo después de una quemada.

1.3 HIPÓTESIS

- a) Las quemas afectan a las poblaciones de *Espeletia picnophylla* **Cuatrec** (Frailejón).
- b) La sobrevivencia y crecimiento varían dependiendo de la edad de la quema y de ser así podría ser utilizada posteriormente como un bioindicador de deterioro.
- c) La distancia desde dentro de la Reserva Ecológica El Ángel es un factor determinante para comprobar el impacto generado de las quemas. A mayor distancia mayor impacto y a menor distancia menor impacto.

1.4 ALCANCE

El área que fue monitoreada para su estudio y control comprende la zona oriental de la Reserva Ecológica El Ángel ubicada en el cantón Espejo, provincia del Carchi, este sector es el más crítico por la presión de varios factores como expansión de la frontera agrícola y asentamientos poblacionales a la que está expuesto.

El proyecto de estudio se realizó durante un año a partir del mes de Julio del 2009 hasta el mes de Octubre del 2010.

1.5 JUSTIFICACIÓN

Este proyecto se basa en la necesidad de un correcto manejo y conservación de los recursos naturales que conforman un área protegida y su zona de amortiguamiento, a través de la evaluación de impacto generado por las quemas utilizando como bioindicador al frailejón (*Espeletia picnophylla* **Cautrec**), el objetivo principal de la realización de este estudio es evaluar el

estado de conservación en el cual se encuentra La Reserva Ecológica El Ángel que a pesar de que ya tiene más de 10 años que ha sido decretada continúa siendo amenazada por quemadas constantes y se necesita un estudio que evalúe el estado de las poblaciones vegetales dentro de la reserva y las zonas de amortiguamiento y a su vez generar recomendaciones de manejo de la reserva para reducir el impacto ambiental negativo que producen las quemadas.

2. CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 PARAMOS

2.1.1 DEFINICIÓN

La palabra páramo viene del latín *paramus*, con la llegada de los españoles a América fue utilizada para designar los paisajes de las altas montañas del norte de los Andes áreas inhóspitas, frías con vientos y lluvias constantes. Esta clase de ecosistema se extiende desde Venezuela y Colombia hasta el norte del Perú.

El ecosistema de páramo, hace parte de las montañas tropicales de América y se encuentra distribuido de manera discontinua entre las latitudes de 11°N y 8°S (Luteyn, 1999). Está concentrado especialmente en la parte norte de Sur América: Venezuela, Colombia y Ecuador, con algunas zonas en Centroamérica y el norte de Perú que están entre los 3200 y 4700 msnm. (Sánchez, 2004)

La cadena montañosa de los Andes empezó a elevarse hace unos 40 millones de años y llegó a su altitud actual hace aproximadamente 4 millones de años. Los páramos ocupan las partes más altas en la porción tropical de esta gran cordillera, desde esa época hasta ahora han ocurrido varias glaciaciones que han modificado el clima y la vegetación que actualmente caracterizan a los páramos. (Hall 1997, citado por Mena y Medina, 2001)

La flora y la fauna de los páramos se han adaptado a la estacionalidad diaria, al frío, a la baja presión atmosférica y a la escasa disponibilidad de agua. Los animales también presentan importantes adaptaciones para guardar el calor, como pelajes densos y colores oscuros.

Los páramos son regiones entre semi a superhúmedas y frías, con abundantes alternancias térmicas diarias, típicas de las altas montañas tropicales. (Suárez, L. 1998).

La situación tropical y elevada de este ecosistema le otorga tres características básicas que conforman la selección natural para las plantas y animales que lo habitan:

1. *Frío intenso*, durante varias horas del día y escasez fisiológica de agua.- En este ecosistema existe una estacionalidad diaria, es decir, existe un cambio notable de la temperatura entre el día y la noche, pudiendo variar entre 0°C y 20°C (Mena y Balslev, 1986. citado por Mena y Medina, 2001). Esto se debe a que son ecosistemas de altura donde la capa de atmósfera es menos gruesa lo que permite el paso de la energía solar que entro, sin generar un efecto invernadero (Chistopherson, 2000 citado por Mena y Medina, 2001). Esta situación ha tenido consecuencias sobre los seres vivos que habitan en el páramo. La más importante hace que las plantas de páramo se parezcan a las del desierto. Debido a las bajas temperaturas en la mayor parte de horas del día, el agua que existe en grandes cantidades no siempre puede ser aprovechada por las plantas, además la alta evapotranspiración por efecto del viento y la acidez del suelo, hacen que la absorción de agua en las raíces sea muy difícil. (Mena et al. 2001)
2. *Alta irradiación ultravioleta*, al estar en las partes altas de las montañas tropicales, este ecosistema recibe una alta irradiación ultravioleta. La delgada capa atmosférica que existe no puede filtrar los rayos ultravioletas, por lo que a pesar de ser un ecosistema frío, los rayos solares queman mucho, es decir, existe una alta irradiación.
3. *Baja presión atmosférica*, al haber una delgada capa de atmósfera sobre el páramo, la presión de esta capa y del oxígeno que existe son menores en comparación con lo que sucede en tierras bajas.¹

1

El ecosistema natural del páramo es dominado por pajonales, rosetales, arbustales, humedales y pequeños bosquetes. Es un ecosistema que presenta condiciones ambientales drásticas; un conjunto de factores climáticos, edafológicos y geomorfológicos condicionan la presencia de los organismos que han logrado adaptarse a estos ambientes extremos (Vargas, 1998) y es todos estos factores que este ecosistema se vuelve más frágil a los cambios en el uso de la tierra, por lo que su potencial para el uso productivo es, en términos generales, muy limitado. Sin embargo, mucha gente de una gran riqueza cultural pero pobreza económica está aprovechando los recursos de este paisaje. Al mismo tiempo, una gran población aguas abajo lo está aprovechando indirectamente, aunque de manera sustancial, especialmente a través de su servicio ambiental hídrico. (Mena, 2006).

2.1.2 PÁRAMOS DEL ECUADOR

En el Ecuador se usa comúnmente la altitud de 3.500m como límite inferior, pero las condiciones geológicas, climáticas y antrópicas hacen que este límite varíe mucho y que se encuentren a veces páramos desde los 2.800 m; especialmente en el sur del país, o bosques cerrados hasta por sobre los 4.000 m (Medina y Mena. Los páramos del Ecuador, 2001).

En el Ecuador hay una valiosa biodiversidad gracias a la situación ecuatorial, la presencia de la cordillera de los Andes y la existencia de una fuente perhúmeda amazónica y de varias corrientes marinas frías y cálidas frente a las costas.

Dada la gran altitud y por esto las bajas temperaturas y la alta incidencia de neblina e irradiación solar, el clima es muy extremo para los seres vivos presentes. El clima durante el año es estable, pero hay una diferencia muy marcada entre el día y la noche. No obstante su gran altitud y sus extremas condiciones climáticas, los páramos muestran una notable diversidad de especies de varios grupos, especialmente plantas, aves, anfibios y mamíferos que se han adaptado a condiciones climáticas extremas. (Hofstede, 1997)

La alta irradiación solar, las bajas temperaturas propias de las alturas y los cambios drásticos de temperatura han generado adaptaciones de los seres vivos en este tipo de ecosistemas como la vellosidad, los colores oscuros, la pequeñez y dureza en las hojas, entre otras. En algunos casos, como el de los frailejones, generaron vellosidades para protegerse del frío intenso y tienen una alta retención de humedad que evita que sean deteriorados por el fuego. En otras especies, las adaptaciones parecen estar ausentes, y posiblemente muchas de ellas sobreviven en este medio gracias a la protección que ofrece la vegetación circundante (Læggaard 1992).

En el Ecuador se ha estimado la existencia de 1.500 especies de plantas vasculares², una cifra alta para ecosistemas montañosos (León Yáñez 1993). Al contrario de lo que parece suceder en los otros países parameros, especialmente Colombia y Venezuela.

2.1.2.1 FLORA

Las plantas de los páramos presentan una serie de adaptaciones que les permiten sobrevivir en un ambiente bastante hostil. Muchas tienen pelos que guardan el calor y hojas duras que evitan que se pierda agua por evapotranspiración. En general son especímenes achaparrados para protegerse del frío y el viento, aunque los frailejones (*Espeletia* y géneros afines) y las achupallas (*Puya*), a más de algunas especies de árboles, pueden alcanzar varios metros de alto. En algunos casos las adaptaciones pueden ser muy sofisticadas; en otros están prácticamente ausentes y estas especies deben aprovechar los microclimas generados por el resto de la vegetación.

Las familias de plantas más importantes son Asteráceae (que incluyen a los frailejones), Orquidáceae y Poáceae. La especie posiblemente más

² Plantas Vasculares son aquellas que poseen raíz, tallo y hojas. Presentan un sistema vascular para la distribución de agua y nutrientes. (<http://www.botanical-online.com/plantastipos.htm>)

ampliamente distribuida, la paja *Calamagrostis intermedia*, pertenece a esta última.³

A pesar de que los árboles son en general escasos, se pueden encontrar bosquetes hasta por sobre los 4.000 metros de yahuales o queñoas (*Polylepis* spp.) y otras especies arbóreas como el quishuar (*Buddleja incana*). En toda la extensión de los páramos en Sudamérica hay más de 4.000 especies de plantas, con un 60% de endemismo ecosistémico. Algunas de ellas se han convertido en alimento común de las poblaciones humanas altoandinas, especialmente el melloco o ulluco (*Ullucus tuberosus*), la oca (*Oxalis tuberosa*) y la mashua (*Tropaeolum tuberosum*).

2.1.2.2 FAUNA

Los animales también presentan importantes adaptaciones para guardar el calor, como pelajes densos y colores oscuros. Las adaptaciones etológicas también son comunes.

Algunos animales propios (no necesariamente exclusivos) de los páramos son el oso de anteojos (*Tremarctos ornatus*), el lobo o zorro de páramo (*Pseudalopex culpaeus*), el conejo (*Sylvilagus brasiliensis*), el gato de páramo (*Felis colocolor*), el venado de cola blanca (*Odocoileus virginianus*), varias especies de roedores, el cóndor (*Vultur gryphus*) y varias especies de águilas, gaviotas, patos, búhos y colibríes. El sapo llamado en el Ecuador "jambato" (*Atelopus ignescens*) era muy abundante hasta hace pocos años pero a la fecha se puede decir que está totalmente extinto. El género de lagartijas *Stenocercus* es uno de los pocos representantes de los reptiles. La fauna acuática tampoco es muy diversa e incluye a las preñadillas (*Astroblepus*). La fauna de invertebrados aún no es bien conocida en toda la extensión de los páramos.

³ <http://www.beisa.dk/Publications/BEISA%20Book%20pdfer/Capitulo%2006.pdf> (Tabla No. 1)

2.1.2.3 TIPOS DE PÁRAMO

Los páramos en el Ecuador ocupan una extensión aproximada de 1'260.000 hectáreas (12.560 Km.), lo que corresponde a un 5% de la extensión territorial y que aseguran el aprovechamiento de agua para la mayor parte de la población de la sierra ecuatoriana (Mena et al., 2001).

Es difícil saber exactamente cuánto de esto es producto enteramente natural y cuánto del páramo es producto de la transformación humana de otro tipo de ecosistemas. En términos relativos, el Ecuador es el país que más páramos tiene con respecto a su extensión total.

Estos se encuentran formando un corredor sobre la Cordillera de los Andes, por encima del límite superior actual o potencial del bosque andino (Mena et al. 2001). En el Ecuador existen 10 tipos de páramo:

- Páramo arbustivo de los Andes del Sur, endémico al Parque Nacional Podocarpus en el Sur del país.
- Páramo de frailejones, dominados por *Espeletia pycnophylla* en la provincia del Carchi (Reserva Ecológica El Ángel) y en una población menor en el centro del país (Llanganates).
- Páramo de pajonal, representan un 60% de la totalidad de la superficie de páramos del Ecuador
- Páramo herbáceo de almohadilla
- Páramo herbáceo de paja y almohadilla
- Páramo pantanoso
- Páramo seco, especialmente alrededor del Chimborazo, donde la paja más común (*Calamagrostis intermedia*) es remplazada en gran parte por *Stipa ichu*.
- Páramo sobre arenales
- Superpáramo en las montañas más altas, donde pocas especies vegetales pueden sobrevivir a las condiciones edáficas y climáticas sobre los 4.200 metros.

- Superpáramo azonal en los lahares del Cotopaxi y el Antisana, con una vegetación en sucesión temprana que, a elevaciones mucho menores, evoca los superpáramos verdaderos.(Vásconez, 200).

2.1.2.4 CARACTERÍSTICAS ESPECIALES

Aparte de las tres variables generales de los páramos (frío intenso durante varias horas del día y escasez fisiológica de agua, alta irradiación ultravioleta, y baja presión atmosférica) existen otras consideraciones más puntuales y localizadas que le dan una diversidad local al paisaje, en el Ecuador estas variables se caracterizan de la siguiente manera:

- a) Geomorfología.- La geomorfología determina la forma del paisaje y estos a su vez determinan la distribución espacial de los seres vivos. El paisaje de montaña obtuvo su forma actual (pendientes fuertes, pendientes suaves, planicies con pantanos, cañones de ríos y peñas) debido a los procesos geológicos, como las erupciones, que se han desarrollado. En los páramos se encuentran paisajes con pendientes desde muy escarpadas donde se conserva la vegetación natural, hasta pendientes suaves y las planicies donde en la mayoría de casos se convierten en zonas pantanosas. También están los valles, los de tipo glaciar tienen una forma de “U” y albergan una planicie en medio de fuertes pendientes, los otros fueron formados por aguas corrientes y son profundos con una forma de “V”.
- b) Humedales y Corrientes de agua.- El páramo es un ecosistema donde existe gran humedad, debido a esto en los valles en forma de “U” se han formado pantanos y lagunas. En los valles tipo “V” existen ríos, quebradas, cascadas. Todos estos ecosistemas caracterizados por el agua se llaman humedales, aquí existen especies que prefieren vivir cerca del agua o dentro de ella.
- c) Precipitación.- La precipitación en los páramos en generalmente abundante y relativamente continua a lo largo del año. Las estaciones en los páramos no se refieren a los cambios de temperatura a lo largo

del año, sino a los cambios de precipitación; es decir existen meses más lluviosos que otros, sin embargo la diferencia no es drástica.

- d) Base Ecológica (suelos, agua y la vegetación).- En los páramos el clima es frío y generalmente húmedo. La gran humedad no se evidencia tanto por una precipitación alta, aunque existen regiones donde la cantidad de lluvia por año alcanza más que 3.000 mm, la mayoría de los páramos tiene una precipitación media anual de unos 1.000 mm o menos. Sin embargo, por el frío y la alta nubosidad a esta altura, la evaporación es muy baja y por esto existe un alto rendimiento de agua (precipitación/evaporación).

2.1.2.5 LOS SUELOS DE PÁRAMO

Los suelos de los páramos son de tipo volcánico y se diferencian principalmente por el material parental: suelos formados en cenizas volcánicas recientes en la parte norte y central del país, y los formados en roca metamórfica que están restringidos al sur del país (Mena y Medina, 2001). La descomposición de la materia orgánica en el páramo es muy baja a causa de las bajas temperaturas y la alta humedad. (Hofstede, 1997). En zonas con poca intervención humana siempre se encuentra un suelo humífero de color negro. En los páramos sobre suelos formados en cenizas volcánicas este fenómeno es aún más pronunciado. Los suelos porosos en el páramo permiten una alta infiltración de agua. La función del suelo de páramo de retenedor de materia orgánica, de agua y de nutrientes, se degrada fácilmente cuando este se seca. La presencia de una buena capa de plantas constantemente húmeda es importante para mantener una buena retención de agua durante las épocas secas. La vegetación del páramo consiste de una matriz de paja entre la que crecen algunos arbustos, hierbas erectas, hierbas en forma de rosetas acaulescentes⁴, musgos y líquenes.

⁴ En la que el tallo se distingue fácilmente de la raíz por estar bien desarrollado.

Además, existen fragmentos de bosques en lugares protegidos. Todas las plantas que crecen en el páramo tienen en común que han desarrollado varias adaptaciones a las extremas condiciones ambientales en que viven, principalmente el frío; lo que a su vez, les lleva a ser plantas de especies que solo viven en el páramo y no en otros ecosistemas. Entre las adaptaciones principales que han desarrollado las plantas están: mantener hojas muertas en su interior para conservar la temperatura especialmente en las partes sensibles, su forma de crecimiento es baja y aplastada bajo una capa aislante de paja, o también forman una corteza de varias láminas sueltas que igualmente sirven para el aislamiento. En algunas especies como el frailejón crece un vello blanco que les sirve como defensa para la gran cantidad de radiación. (Mena y Medina, 2001)

2.1.3 IMPORTANCIA Y SERVICIOS AMBIENTALES DE LOS PÁRAMOS

El uso que el humano ha dado a estos ecosistemas es muy antiguo y se han encontrado vestigios del mismo de cerca de 10 milenios. La gente de los páramos ha usado el ecosistema para obtener agua, alimento, medicina, leña, materiales de construcción, entre otros. Los montes y las lagunas han sido parte fundamental de la religiosidad andina. Las épocas de la Conquista y la Colonia fueron testigos de un deterioro del ecosistema por parte de especies exóticas como ovejas, caballos y vacas. En la actualidad, los páramos están mayormente habitados y usados directamente por poblaciones campesinas y/o indígenas. (Mostacero et al. 2007)

El impacto mayor se ha dado en las últimas décadas ante la mala distribución de la tierra, que obliga a las personas a subir la frontera agrícola, quemar el pajonal, usar la tierra para pastizales o sitios de rebaño para los animales y talar los árboles y luego para usar con distintos fines comerciales o leña. También se han hecho plantaciones, en algunas ocasiones a nivel industrial, de especies leñosas exóticas, especialmente pinos (*Pinus radiata*), que impactan negativamente sobre el suelo y la diversidad del ecosistema.

El estado de conservación de este ecosistema en el Ecuador, al igual que en los otros países parameros, puede resumirse diciendo que existe un mosaico de diferentes estados desde bien conservado hasta muy degradado. Un estudio demostró para el Ecuador de que el estado de conservación de los páramos del norte, del sur y del oriente es mejor que el de los páramos centrales y occidentales (Coppus et al., 2001 y Hofstede et al. 2002) han estimado que la mitad de todos los páramos de pajonal tiene un bajo estado de conservación y apenas una décima parte está en buen estado de conservación. La explicación básica para la aparición de este patrón parece estar en que las provincias de la Sierra central y particularmente en la cordillera occidental, han sido más accesibles y han tenido históricamente más habitantes y que las otras zonas, especialmente las orientales, presentan una topografía y un clima poco propicios para los asentamientos y las actividades de los seres humanos. (Mena Vásconez y Hofstede, 2006).

Esto, junto a la quema del pajonal; el avance de la frontera agrícola a altitudes exageradas; la plantación de especies arbóreas exóticas como los pinos, y otras actividades como turismo mal planificado y la minería, han generado una situación de creciente impacto y amenaza para el ecosistema. (Suárez, 1997). Este impacto, aparte de los daños inmediatos y mediatos sobre la biodiversidad y el ambiente en términos amplios, se manifiesta en un descenso en la calidad de vida tanto de la gente que vive directamente del ecosistema en su mayoría comunidades indígenas y campesinas marginadas como de la que vive indirectamente del páramo y que suma millones de personas que usan el agua que baja de él (cada vez de menor cantidad y calidad) para riego, agua potable e hidroelectricidad en las tierras bajas.

Los suelos de los páramos son una de sus características más sobresalientes, especialmente por la significación que han adquirido en los últimos tiempos como los mantenedores primarios del servicio ambiental máspreciado del páramo: la captación y distribución de agua hacia las tierras bajas. En el Ecuador la mayor parte de ellos es de origen volcánico reciente. Esta

característica, sumada a la frialdad general del clima de los páramos, que evita que la materia orgánica se descomponga rápidamente, genera una estructura tridimensional especial que funciona como una esponja que cumple con una función hidrológica. Además, este suelo al contener hasta un 50% de materia orgánica, es un sumidero de carbono y así contribuye, de manera pasiva pero importante, a paliar los efectos del calentamiento global por causa de la acumulación atmosférica de gases como el dióxido de carbono (Podwojewski y Poulénard, 2000).

El páramo ha llegado a ser considerado un ecosistema de gran importancia debido a los servicios ambientales que este brinda, este ecosistema de alta montaña es el de mayor biodiversidad en el mundo, es considerado como: reservorio de agua, carbono y materia orgánica, es un regulador hídrico, así como también hábitat de numerosas comunidades campesinas e indígenas.

2.1.3.1 LA IMPORTANCIA ECOLÓGICA

Los ecosistemas de altura como el páramo regulan los caudales de agua y constituyen la única fuente de agua para la mayoría de las poblaciones localizadas en las partes inferiores de los Andes y, por supuesto, de las poblaciones asentadas en las partes altas. El páramo es considerado el ecosistema más sofisticado para el almacenamiento de agua debido principalmente a la gran acumulación de materia orgánica y la morfología de las plantas de este ecosistema, es importante aclarar que esto no significa que los páramos sean “fábricas de agua”. Las fuentes de humedad para el páramo son las nubes provenientes del océano Pacífico y de la selva amazónica. (Mena y Medina, 2001). La capa de vegetación constantemente húmeda del páramo permite la retención de agua durante las épocas secas, por lo que, cuando la cubierta vegetal es alterada existe una menor capacidad de retención y provisión de agua en estas áreas. A partir de esta degradación de la cubierta vegetal existen algunas consecuencias directas como por ejemplo la pérdida de los suelos.

En los páramos existe una biodiversidad muy importante, que se manifiesta en tres niveles: ecosistemas (diferentes tipo de páramo y paisajes), especies (alto número de plantas y aves), y de genes (tubérculos y parientes silvestres de cultivos típicos). Las especies de animales que se encuentran en el páramo son especies conocidas como especies paraguas, algunos ejemplos son el oso de anteojos y la danta, que a pesar de que no hacen su vida completamente en el páramo, este ecosistema es básico para su alimentación y reproducción. (Valdospinos, 2008).

2.1.3.2 LA IMPORTANCIA SOCIAL

En el Ecuador la importancia social del páramo se ve reflejada en la cantidad de gente que usa de manera directa o indirecta los servicios ambientales que este ecosistema brinda. Alrededor de 500.000 personas viven en el páramo y los usan cotidianamente para obtener productos para su subsistencia (Mena y Medina, 2001). Sin embargo, varios millones de personas lo usan de manera indirecta a través de los sistemas de riego, agua potable y generación hidroeléctrica.

También el páramo posee beneficios culturales ya que ha servido como base para que varios pueblos desarrollen su sociedad, se habla de una cultura paramera que se manifiesta a través de la vestimenta, la comida, las técnicas de uso de la tierra, los ritos, entre otros.(Mena y Medina, 2001).

2.1.3.3 LA IMPORTANCIA ECONÓMICA

Los beneficios económicos se relacionan con la productividad del suelo para una serie de cultivos propios de este piso altitudinal (tubérculos), además de la comercialización de productos derivados de animales característicos de esta zona (carne, leche, lana, entre otros). La regulación hídrica, el almacenamiento de carbono y la belleza escénica son algunos de los servicios ambientales del

páramo que constituyen en beneficios menos obvios. El servicio ambiental más importante de este ecosistema se relaciona con el agua ya que el páramo es vital para el aprovisionamiento de este elemento fundamental para todos los seres humanos. (Mena y Medina, 2001).

2.1.4 AREAS PROTEGIDAS

Las áreas protegidas es un área destinada para el manejo adecuado de los recursos naturales, preservar su entorno y conservación manejada con normas que garantizan la protección. Son un espacio geográfico definido, reconocido, dedicado y gestionado mediante medios legales u otros medios eficaces para conseguir la conservación a largo plazo de la naturaleza y de sus servicios ecosistémicos y valores culturales asociados (Dudley, 2008).

El Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador (SNAP) fue creado en 1976 a partir de la estrategia Preliminar para la Conservación de las Áreas Silvestres Sobresalientes del Ecuador, con el propósito de conservar la biodiversidad y el acervo histórico cultural, además de los vestigios, yacimientos y asentamientos arqueológicos del país (GEF, INEFAN, 1998). El Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador persigue el objetivo de preservar la biodiversidad del país y promover el manejo y desarrollo sustentable de las tierras silvestres, promocionando las ventajas potenciales del ecoturismo y el mantenimiento de flujos genéticos por su importancia biogeográfica.

El Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) se integra por los subsistemas, estatal, autónomo descentralizado, comunitario y privado, su rectoría y regulación es ejercida por el Estado. En la actualidad, el subsistema Patrimonio de Áreas Naturales Protegidas (PANE) está constituido por 40 áreas naturales con una cobertura de 48.077 Km² de la superficie terrestre del país, 1.164 km² de protección marina continental y 47.098 Km² de mar territorial de resguardo del Archipiélago de Galápagos, (Ministerio Coordinador

de Patrimonio Natural y Patrimonio Cultural, 2009; citado por Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, 2009).

El patrimonio natural del Ecuador único e invaluable comprende, entre otras, las formaciones físicas, biológicas y geológicas cuyo valor desde el punto de vista ambiental, científico, cultural o paisajístico exige su protección, conservación, recuperación y promoción, (Asamblea Nacional Constituyente, 2008: Art.404). El patrimonio está distribuido en las cuatro regiones naturales del Ecuador, representa sus principales ecosistemas. Dependiendo de sus características particulares, las áreas del SNAP (Sistema Nacional de Áreas Protegidas) poseen distintas categorías de manejo:

Parque nacional: Áreas con uno o varios ecosistemas, comprendidos dentro de un mínimo de 10.000 hectáreas. La protección que se le ofrece al espacio natural conocido como parque nacional es de nivel legal y esto es así para evitar todo tipo de infracción, explotación o uso indebido del mismo por parte de individuos o de corporaciones. Los parques nacionales impiden actividades consideradas dañinas tales como la caza de animales salvajes, la tala de árboles, la pesca o la realización de fogatas, entre otras.

Reserva ecológica: Área de por lo menos 10.000 hectáreas, con uno o más ecosistemas con especies de flora y fauna silvestres importantes o amenazadas de extinción, o con rasgos geológicos de especial interés y manejada por el hombre, con fines de conservación y de proveer oportunidades de investigación y de educación al igual que en un Parque Nacional se prohíbe cualquier tipo de explotación u ocupación.

Reserva biológica: Áreas terrestres o acuáticas de extensión variable. Sus objetivos están orientados a la conservación de los procesos naturales, posible ejecución de investigación científica, educación y conservación de los recursos genéticos.

Área nacional de recreación: Superficie mayor a 1.000 hectáreas o más en donde existan bellezas escénicas, recursos turísticos o de recreación en un ambiente natural, fácilmente accesibles desde centros poblados.

Refugio de vida silvestre: Área indispensable para garantizar la existencia de la vida silvestre residente o migratoria con fines científicos, educativos y recreativos.

Reserva de producción de fauna: Área natural o parcialmente alterada, de extensión variable pero suficiente para el fomento y uso económico de la fauna silvestre.

Estas áreas constituyen el hábitat de 417 especies de anfibios, 1.626 aves, 394 reptiles, 394 especies de mamíferos y 17.000 especies de plantas superiores. Por ello, varias de estas zonas han sido declaradas patrimonio natural de la humanidad, reservas de biósfera y otras forman parte de los sitios de importancia internacional de la Convención RAMSAR⁵, encargada de la protección de humedales y ambientes marinos a nivel mundial, (Trujillo, 2005).

Están distribuidas en el Ecuador de la siguiente manera:

- **Áreas Naturales de Recreación:** El Boliche y Parque el Lago.
- **Parques Nacionales:** Cajas, Cotopaxi, El Cóndor, Llanganates, Machalilla, Parque Nacional Galápagos, Podocarpus, Sangay, Sumaco y Yasuní.

⁵ El Convenio de Ramsar, o Convención relativa a los Humedales de Importancia Internacional especialmente como Hábitats de Aves Acuáticas, fue firmado en la ciudad de Ramsar, Irán, el 2 de febrero de 1971 y entró en vigor en 1975. Actualmente (diciembre de 2000) cuenta con 123 Partes Contratantes (Estados miembros) en todo el mundo. Este acuerdo internacional es el único de los modernos convenios en materia de medio ambiente que se centra en un ecosistema específico, los humedales, y aunque en origen su principal objetivo estaba orientado a la conservación y uso racional en relación a las aves acuáticas, actualmente reconoce la importancia de estos ecosistemas como fundamentales en la conservación global y el uso sostenible de la biodiversidad.

- **Refugios de Vida Silvestre:** El Morro, Estuario del Río Muisne, Isla Corazón y Fragatas, Isla Santa Clara, La Chiquita, Pasochoa y Río Muisne.
- **Reserva Geobotánica:** Pululahua.
- **Reserva Bilógicas:** Galápagos, Limonchocha y Quimi.
- **Reserva de Biosfera:** Podocarpus- El Cóndor, Sumaco y Yasuní.
- **Reserva de Producción Faunística:** Cuyabeno, Manglares del Salado y Chimborazo.
- **Reservas Ecológicas:** Antisana, Arenillas, Cayambe – Coca, Cofán, Bermejo, Cotacachi-Cayapas, El Ángel, Ilinizas, Mache Chindul, Cayapas – Mataje y Manglares Churute.

2.1.4.1 GESTIÓN EN ÁREAS PROTEGIDAS

En el Ecuador la gestión de las áreas protegidas se lo hace mediante el control y la vigilancia del área, ya sea in situ con el apoyo de personal que trabaja en ella o a través de políticas que se implementan y construyen con elementos de planificación como son los planes de manejo, sin embargo, en pocos casos se parte de resultados concretos que cuantifiquen la reducción de amenazas, conflictos resueltos, procesos administrativos en marcha. Es decir no existe la cultura pública de crear esquemas sistemáticos que registren dichos problemas y que permitan cuantificar la situación actual de un área protegida y que además propicie una realidad integral del área abarcando factores biológicos, culturales, políticos, legales, sociales que se desarrollan asociados a dicha área natural.

Pero lo cierto es que durante los últimos años las organizaciones de conservación han venido incrementando su trabajo con los pueblos indígenas o campesinos que son actores directos de un área protegida, reconociendo que la conservación efectiva no es posible sin la participación efectiva de la gente que vive en el lugar.

2.1.5 PARAMO DE FRAILEJONES

Están entre los 3500 y 3700 m. de altitud, su vegetación está representada o se caracteriza por la presencia de frailejones (*Espeletia pyconphylla* subsp. *angelensis*) que forman verdaderos bosques (Valencia et al, 1999), dominando alrededor de 85 % de su superficie, y forman agrupaciones con otras especies: penachos o pajonales (*Calamagrostis* sp., *Agrostis* sp., *Stipa ichu*, *Festuca* sp.), romerillo (*Hypericum laricifolium*), puya (*Puya hamata*), encinillo (*Weinmannia descendens*). El suelo está húmedo y bajo la paja se conserva una cubierta vegetal de almohadillas o cojines (*Azorella pedumcu-lata*); además se pueden encontrar algunos representantes de la familia Araliáceas como el puma maqui (*Oreopanax sodiroi*) y la malva (*Dendropanax* sp.).

En Ecuador este páramo presenta las siguientes variables biofísicas según (Baquero et al.,2004): déficit hídrico de 0 a 5 mm, altura media 3668 m, pendiente de 6°, meses secos dos, temperatura anual mínima 5°C y máxima 13°C, precipitación anual 983 mm. y potencial de evapotranspiración de 805 mm.

2.2 AMENAZAS Y VULNERABILIDADES

Como toda amenaza ambiental la falta de conocimiento, educación y el desinterés por el tema ambiental son el común denominador cuando se busca la principal causa del deterioro de los ecosistemas. Los páramos son considerados como uno de los biomas estratégicos y a la vez, uno de los más vulnerables, lo que les ha valido la denominación de Hotspot⁶, en la cual se contraponen altos grados de biodiversidad y endemismo con factores críticos de amenaza. Esto puede explicarse ya que en Sudamérica el páramo forma

⁶ Hotspot se trata de zonas del planeta donde se encuentran gran cantidad de especies endémicas y conservan 30% o menos de su vegetación original, y cuyo hábitat natural se encuentra amenazado o en proceso de destrucción. (Myers et al., 2000).

parte de la región Andina, la cadena montañosa más extensa del mundo y, a la vez, uno de los ecosistemas con mayor afectación antrópica del continente. (Bustos 2008). Las condiciones climáticas de las cordilleras han resultado bastante propicias para el asentamiento de la mayor cantidad de la población humana, lo que ha provocado la disminución progresiva de escenarios naturales por el acomodamiento de tierras para sistemas agrícolas y por la expansión de las ciudades. La deforestación, el ascenso del límite de la agricultura, el pastoreo y las quemas son los problemas más graves que enfrentan los ecosistemas de páramos. Actividades como la cacería ha contribuido a la disminución e incluso extinción de poblaciones de animales grandes como dantas, osos, cóndores y venados, mientras prácticas locales como el turismo mal dirigido, la minería, los cultivos ilícitos, también contribuyen a la degradación del ecosistema. A escala global el cambio climático es la principal amenaza trayendo como consecuencias grandes desastres como inundaciones, sequías, aumento del nivel del mar, mayor incertidumbre para la agricultura, entre otros y afectando así a todas las especies directa o indirectamente.

2.2.1 *ACTIVIDADES AGROPECUARIAS*

El páramo ha sido objeto de ocupación humana desde tiempos ancestrales. Si bien la ocupación antes de la colonia fue relativamente escasa y por lo tanto ecológicamente más estable, con la colonización española se introdujeron sistemas nuevos de apropiación de la tierra, desplazamiento de poblaciones a mayores altitudes e introducción de nuevas especies animales como caballos y ganado vacuno y ovino que ocasionaron una pérdida gradual de las formas tradicionales de subsistencia. El mayor impacto sobre los páramos andinos es generado por la agricultura, la ganadería y las quemas asociadas a éstas, cuya acción continuada genera la pérdida gradual de formaciones arbustivas, la pérdida de la capacidad de almacenamiento e infiltración de agua en los suelos así como la contaminación del agua.

La ganadería y la agricultura extensiva desarrollada en estos ecosistemas producen, entre otras alteraciones, la desaparición de la cobertura vegetal natural, la introducción de especies foráneas, la contaminación del agua y el suelo con agroquímicos, la pérdida de la cubierta edáfica por acción de maquinaria (tractores), la formación de suelos desnudos y la disminución de la capacidad de retención de agua de los mismos. Cuando estas actividades llevan a la destrucción de la vegetación del páramo y a su reemplazo por pastos exóticos, se produce un fenómeno conocido como praderización⁷. El pisoteo por el ganado altera los procesos hídricos por compactación del suelo, destrucción y selección de la vegetación y establecimiento de plantas exóticas como musgos y ciperáceas. Por otra parte, tanto la ganadería y la agricultura, como las quemas asociadas a estas actividades, pueden estar disminuyendo la disponibilidad de recursos para herbívoros, nectarívoros-polinívoros (murciélagos, colibríes, mariposas e himenópteros, entre otros) así como los refugios para los anfibios y las madrigueras de mamíferos pequeños como roedores, musarañas (*Cryptotis spp*) y conejos (*Sylvilagus brasiliensis*). La pérdida de la vegetación en la que se refugian los anfibios constituye una amenaza, al exponerlos a la radiación solar directa y a los vientos, que pueden causar la desecación de la piel. Si bien los estudios que documentan los efectos de las quemas y el pastoreo sobre la vegetación paramuna son escasos, estos han demostrado que la recuperación del páramo es un proceso bastante lento ya que se altera significativamente la estructura y composición de las comunidades.

2.2.2 TURISMO

El turismo ecológico se promueve actualmente como parte de las estrategias para conservar la diversidad biológica del planeta en muchas regiones del mundo y puede llegar a ser una valiosa fuente de ingresos para diversas regiones y países. Sin embargo, este servicio ambiental de los ecosistemas

⁷ Cultivos de pastos para soportar ganadería

naturales también puede ocasionar su deterioro progresivo, como una amenaza en los Andes. Aunque continúa promoviéndose como una alternativa de desarrollo de las regiones de alta montaña, el turismo ha afectado también a los ecosistemas. Aunque el beneficio económico directo de estas actividades es para la población campesina residente, también implica una serie de consecuencias para el ecosistema en el cual se desarrolla debido a los incrementos en la cantidad de desechos, el aumento del ruido en el área por la construcción de carreteras y el aumento de flujo vehicular, así como por el aumento de la contaminación atmosférica local (Bustos, 2008).

El aumento de las actividades humanas esencialmente aumenta la demanda de bienes y servicios, lo que a su vez afecta, dependiendo de la intensidad, el ecosistema en el cual se desarrolla la actividad turística. Mientras más recursos sean usados, una mayor cantidad de desperdicios deberá ser asimilada por el ecosistema, lo cual puede generar un serio problema en regiones del páramo donde las tasas de descomposición microbiana son particularmente bajas. Es conveniente considerar que el mayor ingreso de turistas implica a su vez una mayor demanda de recursos alimenticios, para los cuales la oferta, que antes era suficiente para abastecer a la población residente de campesinos, ahora debe incrementarse para el sostenimiento de la nueva población de turistas, lo que a su vez se expresa fundamentalmente en un aumento de los cultivos y la ganadería, cuyas consecuencias han sido ampliamente estudiadas en otros ecosistemas y de las cuales la destrucción total o parcial del hábitat, son más evidentes.

2.2.3 CAMBIO CLIMÁTICO GLOBAL

La amenaza extrínseca⁸ más grave para los ecosistemas de alta montaña es el cambio climático. Si bien se discute actualmente cuáles pueden ser sus causas

⁸ Externo, no esencial.

(antrópicas o naturales), los efectos de este fenómeno son evidentes y cada vez cobran mayores proporciones en todo el planeta

Los efectos del calentamiento global podrían ser múltiples. Aunque las amenazas de este proceso se ciernen sobre los ecosistemas montañosos de todo el mundo. En cuanto al páramo propiamente dicho, si bien el evento actual más evidente es la pérdida de los glaciares de las zonas más altas, sus repercusiones pueden ser marcadas en todos los niveles tróficos⁹. El calentamiento global puede producir "migraciones" altitudinales de las franjas paramunas. El superpáramo ocupará el espacio dejado por las nieves perpetuas y el páramo colonizará el espacio dejado por el superpáramo en su parte baja, mientras presumiblemente el bosque alto andino invadirá la parte inferior del páramo o zona de ecotonía, ampliando su límite superior y probablemente perdiendo espacio en su límite inferior.

Algunas principales causas del calentamiento global son:

- La deforestación impulsada por el avance de la frontera agrícola, que hoy contribuye con el 18% de las emisiones de gases de efecto invernadero (más que las emisiones de todo el sector de transporte), y que afecta anualmente a unas 300.000 hectáreas de bosques (una de las tasas de deforestación más elevadas a nivel mundial).
- La falta de conciencia en la sociedad sobre la gravedad y urgencia de los problemas ambientales, que nos lleva a prácticas de consumo que afectan a nuestros recursos naturales.
- La degradación de los ecosistemas naturales, que reduce las posibilidades de mitigar los efectos del cambio climático sobre la provisión de agua dulce o la regulación del clima local.
- La sobre explotación de los recursos naturales (bosques y pesca), que afecta a la salud de los sistemas naturales y aumentan significativamente nuestra huella ecológica.

⁹ Niveles tróficos de un organismo es su posición dentro de la cadena alimenticia.

2.3 INCENDIOS EN LA VEGETACIÓN

La sequía anualmente trae consigo extensas áreas de vegetación quemada y tierra devastada. Es en esta época donde se combinan altas temperaturas, acumulación de material combustible y poca precipitación lo cual favorece la generación y posterior propagación de los incendios de vegetación. Los incendios de vegetación se generan principalmente como consecuencia de cuatro acciones del hombre: actividades agrícolas, pecuarias, quema de basura e incendios intencionales.

Se puede definir el incendio de la vegetación como aquel “fuego que se propaga sin control, consumiendo material vegetal ubicado en áreas donde predominan vegetación natural o en aquellas donde sin serlo tengan importancia ambiental” (Mac Donald, L. y E. Huffman. 2004).

Las causas de los incendios pueden ser naturales, como la radiación solar, las tormentas eléctricas y los cambios climáticos que originan periodos prolongados de verano, acompañados de altas temperaturas; o las originadas por el ser humano, voluntaria o involuntariamente, al preparar los terrenos para actividades agrícolas o ganaderas, ampliar la frontera agrícola, hacer fogatas, eliminar basura, cazar o por pirómanos o incendiarios. Por otro lado, los incendios de la vegetación tienen consecuencias múltiples como la pérdida del recurso vegetal, la contaminación de las aguas con cenizas provenientes del incendio y con sedimentos provenientes del suelo desprovisto de vegetación, la muerte y migración de diferentes especies faunísticas, el deterioro o pérdida de bienes y servicios de la comunidad, así como la amenaza a la vida humana, el deterioro del paisaje natural y la contaminación de la atmósfera.

Existen tres formas de transmisión del calor y propagación del fuego cuando un incendio tiene lugar:

- Convección: cuando en un lugar determinado el aire se calienta, ya sea por las altas temperaturas que calientan el suelo o por el calor desprendido por un incendio; y provocan que las masas de aire caliente

se eleven y desequen los combustibles que se encuentren a su paso favoreciendo la propagación del suelo. Este tipo de transmisión del calor se caracteriza por un avance rápido del incendio ladera arriba.

- Radiación: cuando el calor pasa a través del aire sin que exista movimiento del mismo y sólo tiene lugar a cortas distancias. En un incendio de la vegetación afecta únicamente a los combustibles que están próximos a los que están ardiendo.
- Conducción: cuando el calor se transmite en el interior de un cuerpo sin que haya desplazamiento de las moléculas que lo componen. Esta forma de transmisión se da cuando las plantas están en contacto.

2.3.1 *INCENDIOS EN LA RESERVA ECOLÓGICA EL ÁNGEL (REEA)*

Desde el punto de vista ambiental, las quemas destruyen la vegetación natural y ahuyentan a los animales silvestres. Pero desde el punto de vista de manejo de recursos, la quema del páramo sirve para obtener pasto tierno para alimentar el ganado, limpiar el terreno de una forma barata antes de una nueva siembra así como deforestar el bosque andino rápidamente, y facilitar los procesos de colonización o apropiamiento (Mena, 2001).

La quema es una de las actividades humanas más conocidas en el páramo y es sin duda la actividad directa que más superficie afecta. Las razones para usar el fuego y quemar en el páramo son varias, siendo la más importante el quitar los pajonales y provocar rebrotes tiernos para el ganado. Otras razones para usar el fuego y las quemas son: caza, preparación de terrenos para cultivos y razones míticas o de creencias.

En el páramo, las causas de las quemas en su mayoría son antrópicas, las tormentas eléctricas ocurren en la época de lluvias, momento en que el pajonal está demasiado húmedo para que un rayo provoque un incendio. El uso del fuego en el páramo, es una práctica común que ha sido utilizada hace mucho tiempo atrás. Los primeros habitantes del páramo, que utilizaron el fuego,

fueron los indígenas preincaicos, estos lo utilizaban para quemar el pajonal y así poder cazar más fácilmente, además lo utilizaban para mantener hatos de camélidos en forma silvestre (Mena Vásconez 2006); aún en la actualidad se utiliza el fuego con los mismos fines.

Actualmente la Reserva Ecológica El Ángel se encuentra amenazada por diversos factores causados por el ser humano pero principalmente por los incendios de la vegetación que afectan a mayores superficies y son en su gran mayoría causados intencionalmente debido a que la utilización del fuego precede a todas las otras actividades. De acuerdo a las estadísticas de incendios de la vegetación atendidas por el Cuerpo de Bomberos de San Gabriel e Ibarra se ha constatado la ocurrencia de más de 20 incendios en el año 2005 con aproximadamente 2200 hectáreas quemadas y con un potencial y progresivo incremento anual debido al aumento de actividades culturales no controladas (Grupo de Asesoría Técnica –GAT, 2008).

Por otro lado, los datos obtenidos del registro histórico de los incendios para la REEA y su zona circundante, desde el año 2000, nos demuestra que sobre el 80% de los incendios de la vegetación que se produjeron en este sector fueron causados intencional es decir se desarrollaron a partir de las quemas mal controladas usadas para la ampliación de la frontera agrícola, la caza, el rebrote de pasto y en algunos casos por pirómanos.

Estadísticas muestran un promedio de 10 incendios por año desde el 2000 hasta el 2006, no obstante en el 2007 se registró una cifra superior 21 incendios y en lo que va de este año (2008) se han cuantificado 10 incendios en 6 meses. Adicionalmente, se identificaron los sectores donde se registra una mayor incidencia de incendios, siendo el lado sur-oriental de la reserva el sector con un registro mayor. (Bustos, 2008).

El último incendio que se registró en la reserva fue el 23 de septiembre del 2010 que fue detectado en territorio de la Asociación 23 de Julio, en la jurisdicción del Área Ecológica El Ángel; donde se calculó la extensión

aproximada de vegetación quemada fue de 22 has, de páramo de pajonal, páramo arbustivo y frailejón. La causa que originó el incendio es desconocida, pero se presume que se debe al avance de la frontera agrícola.

2.4 GLOSARIO AMBIENTAL

2.4.1 *BIOINDICADOR*

Los seres vivos son un reflejo de su ambiente. Un organismo está adaptado en mayor o menor grado a un ambiente específico, cuando dicho ambiente cambia se refleja en la presencia, fisiología, bioquímica o comportamiento de dicho organismo. El concepto de bioindicador obedece a la condición de susceptibilidad que experimente un ser vivo, frente a ciertas condiciones del medio, por lo tanto, los organismos empleados o considerados bajo esta categoría serán aquellas especies que, por su ausencia o presencia, indiquen la abundancia o la existencia de un factor crítico determinado o señalen el impacto de un contaminante presente en ese medio

Todo organismo es indicador de las condiciones del medio en que se desarrolla, ya que de cualquier forma su existencia en un espacio y momentos determinados responden a su capacidad de adaptarse a los distintos factores ambientales. El concepto de organismo indicador se refiere a especies seleccionadas por su sensibilidad o tolerancia a varios parámetros. Entonces un indicador biológico será aquel que logre soportar los efectos ocasionados por el elemento perturbante, es decir, que muestre algún tipo de respuesta compensatoria o tolerante. Estas respuestas significan para la especie mantener el funcionamiento normal a expensas de un gran gasto metabólico. (Vergara et al., 2007).

“La denominación de una especie como indicadora requiere de conocimiento previo respecto a su composición comunitaria bajo condiciones normales,

incluyendo el ciclo de vida de las especies, su estacionalidad y sus variaciones naturales, de manera que sea posible comparar las condiciones antes y después de una perturbación ambiental”(Raz-Guzman,2000). En cada ecosistema existen especies fácilmente identificables que son las primeras en desaparecer con un aumento en las alteraciones causadas por el hombre.

2.4.1.1 IMPORTANCIA DE LOS INDICADORES BIOLÓGICOS

El uso de especies para detectar procesos y factores en los ecosistemas tiene varias ventajas:

- Las poblaciones de animales y plantas acumulan información que los análisis fisicoquímicos no detectan, es decir, las especies y comunidades bióticas responden a efectos acumuladores intermitentes que en determinado momento un muestreo de variables químicas o físicas pasan por alto.
- La vigilancia biológica evita la determinación regular de un número excesivo de parámetros químicos y físicos, ya que en los organismos se sintetizan o confluyen muchas de estas variables.
- Los indicadores biológicos permiten detectar la aparición de elementos contaminantes nuevos o insospechados.
- Puesto que muchas sustancias se acumulan en el cuerpo de ciertos organismos, su concentración en esos indicadores puede reflejar el nivel de contaminación ambiental.

2.4.1.2 UTILIDAD DE LOS BIOINDICADORES

El principal uso que se le ha dado a los indicadores biológicos ha sido la detección de sustancias contaminantes, ya sean estos metales pesados, materia orgánica, nutrientes (eutrofización), o elementos tóxicos como hidrocarburos, pesticidas, ácidos, bases y gases con miras a establecer la calidad del agua.

Los bioindicadores indican la calidad del hábitat, detectan la presencia, concentración o efecto de la contaminación y los cambios o alteraciones del medio.

2.4.1.3 VENTAJAS DE LOS BIOINDICADORES

Las ventajas del uso de bioindicadores son:

- a) Son herramienta para determinar distintos factores ambientales e implementar acciones sobre la recuperación son variadas.
- b) Las comunidades biológicas reflejan las condiciones del sistema (física, química, biológica y ecológica)
- c) El biomonitoreo permanente de las comunidades resulta ser económico comparado con los análisis bioquímicos.
- d) La información resultante puede expresarse por medio de Índices Bióticos dependiendo del factor a estudiarse.
- e) No necesitan mantenimiento ni electricidad.
- f) Tienen la posibilidad de observar efectos fisiológicos.

2.4.1.4 SELECCIÓN DE BIOINDICADORES

Antes de seleccionar bioindicadores, se debe definir que factor ambiental o para que tipo de contaminación se quiere un indicador. Casi cualquier especie puede ser indicador de algo, pero puesto que el conocimiento de la auto ecología de la mayoría de las especies es mínimo, y si no fuera ese el caso, los recursos son limitados, entonces se debe seleccionar a aquellos organismos potencialmente más útiles para el problema particular a resolver.

2.4.2 ZONA DE AMORTIGUAMIENTO

Son las áreas contiguas a las Áreas Naturales Protegidas que por su naturaleza y ubicación requieren de un tratamiento especial que garantice la conservación y protección de las áreas protegidas con la participación de la población, instituciones, entidades involucradas en la conservación.

Las Zonas de Amortiguamiento conforman espacios de transición entre las zonas protegidas y el entorno. Su establecimiento intenta minimizar las repercusiones de las actividades humanas que se realizan en los territorios inmediatos a las áreas protegidas. Así también, su ubicación estratégica obliga a que sean manejadas con un enfoque sustentable.

2.4.2.1 OBJETIVO DE LA ZONA DE AMORTIGUAMIENTO

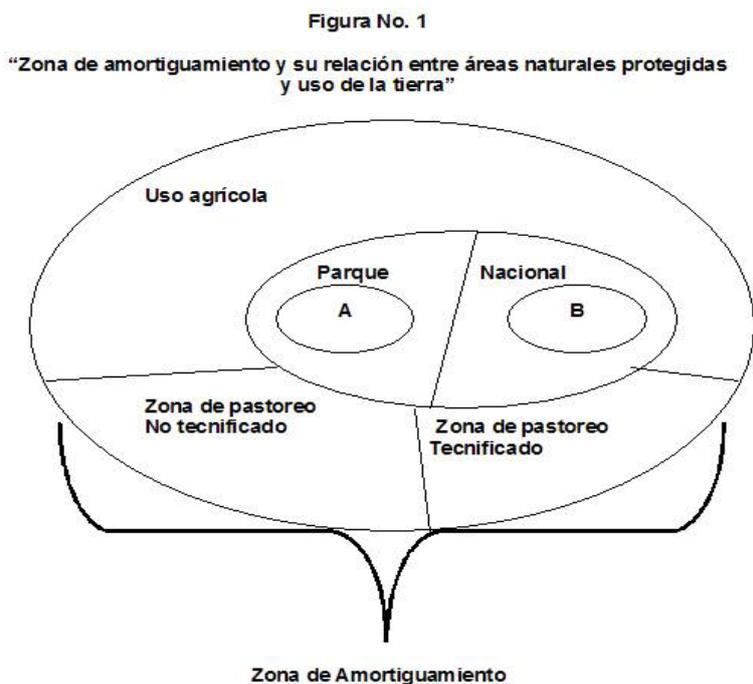
Según Van Orsdol (1987), las zonas de amortiguamiento son designadas para alcanzar tres objetivos principales:

1. Contribuir a la conservación genética, especies y diversidad de ecosistemas en áreas de particular importancia científica, biológica y cultural.
2. Proveer oportunidades de investigación, monitoreo y entrenamiento.
3. Promover un desarrollo sostenido alrededor de las Áreas protegidas.

Miller (1980), considera que mediante las zonas de amortiguamiento se busca proteger al área silvestre de los diferentes efectos nocivos y debe estar en capacidad de absorber los disturbios químicos y físicos tales como contaminación del aire, agua o el suelo, caza furtiva, el turismo incontrolado y el ruido. Al aplicar este concepto se toma en cuenta la necesidad de frenar los efectos de las actividades más intensivas dentro del área natural protegidas sobre otras zonas de la misma área; es decir, el amortiguamiento es una función entre cada una de las zonas internas de manejo, más que de una zona

en sí (figura 2.1). Y también se toma en cuenta la necesidad de una franja que frene los efectos de las actividades externas hacia el área natural protegida (amortiguamiento externo).¹⁰

Gráfico 2-1 Zona de amortiguamiento



Fuente: Adaptado de Millar, 1980

2.4.2.2 FACTORES DETERMINANTES EN EL ESTABLECIMIENTO DE LAS ZONAS DE AMORTIGUAMIENTO

Para determinar el tipo y la extensión de la zona de amortiguamiento se deben considerar los siguientes factores (Mackinnon 1986):

- Amenaza a las especies de vida silvestre que habitan ocasionalmente fuera del límite de la reserva; el conocimiento del tamaño de la población

¹⁰ Fuente bibliográfica: <http://www.gestiopolis.com/canales7/ger/desarrollo-sostenible-y-corredores-biologicos.htm>

y hábitat de las especies podrían ser algunos indicadores de una adecuada extensión.

- La posibilidad de las zonas de amortiguamiento para servir a otras funciones de protección tales como conservación de suelos y aguas o protección como faja corta fuegos.
- Conservación de especies de vida silvestre que probablemente se encuentren fuera del área natural protegida.
- Razonable necesidad de la población local por tierra, productos del bosque, áreas de pastoreo o agrícolas.
- La disponibilidad de tierra ya sea que este con cobertura natural u otra vegetación, o que este abandonada o que empiece a ser usada.
- La posible sustitución de cultivos amortiguadores para un tipo particular de tierra y condiciones climáticas y los intereses de la vida silvestre.

2.4.2.3 FUNCIONES DE LAS ZONAS DE AMORTIGUAMIENTO

Para (Mackinnon, 1986), las zonas de amortiguamiento deben cumplir con las siguientes funciones:

- Permitir un aumento de poblaciones de fauna silvestre a través de una extensión del amortiguamiento: los hábitats contenidos en el área de la reserva permiten la posibilidad de crianza y supervivencia de plantas y animales que de otra manera sólo podrían sobrevivir en el área protegida.
- Promover un producto de uso con valor para los pobladores locales: la vida silvestre de la zona de amortiguamiento es de importancia secundaria y el uso de la tierra no es conflictivo con el objetivo del área protegida.
- Esto generalmente involucra la plantación de especies que son hábitat atractivo para la fauna local o permitiendo un control de cosecha sobre la vida silvestre.

- En este caso los pobladores rurales no tienen la necesidad de buscar los productos (leña, madera, para construcción y otros) dentro de la reserva.

2.4.2.4 BENEFICIOS DE LAS ZONAS DE AMORTIGUAMIENTO

Según (Oldfield, 1988), los beneficios potenciales de las zonas de amortiguamiento son muchos y muy variados (según sean las técnicas de manejo aplicadas) pues favorecen tanto al recurso biológico como a la población humana.

Beneficios biológicos:

- Brindar protección adicional, de actividades humanas, para la zona nuclear estrictamente protegida.
- Proteger el corazón del área natural protegida de cambios biológicos.
- Proveer protección adicional de fuertes daños causados por causas naturales o antropogénicas.
- Proveer de una unidad boscosa para la conservación con menos pérdida de especies a través del efecto de borde.
- Aumento del hábitat y así un mayor tamaño de la población, amplio rango de especies.
- Permitir para muchos la limitación natural, relacionado con el movimiento de las especies.
- La presencia de los árboles minimiza los cambios en el clima local y provee refugio para cultivos anuales y permanentes.
- La presencia de árboles ayuda a enriquecer la fertilidad del suelo y a mantener su estructura.
- La presencia de árboles ayuda a prevenir la erosión del suelo.
- Los árboles proveen hábitats para la vida silvestre.

Beneficios sociales:

- Los pobladores locales mantienen el acceso a especies de flora y fauna tradicionalmente utilizadas.
- Los pobladores locales participan en la conservación del área protegida.
- Hay más tierra para la educación, recreación y turismo.
- La conservación de la vida silvestre se convierte en parte de los planes locales y regionales de desarrollo rural.
- Se salvaguardan los derechos de tierra tradicionales hacia los pobladores locales.
- Incrementen los empleos relacionados con la conservación.
- La recolección local de productos, madera, alimentos y medicinas, de los árboles, reducen la necesidad de transportarlos o comprarlos.

Además de los beneficios anteriores existen otros relacionados con el manejo sostenible de los recursos naturales, relacionados con los beneficios biológicos como sociales. Entre estos beneficios se pueden distinguir los siguientes:

- Calidad de agua.
- Estabilidad del régimen hidrológico.
- Sostenibilidad en los factores naturales de la producción.
- Mejoría en el nivel y calidad de vida de la población.

Según (Oldfield, 1988) para poder alcanzar los beneficios descritos se deben observar los siguientes criterios básicos:

- La cobertura arbórea y hábitats deben ser mantenidos tanto como sea posible en su estado natural.
- La vegetación de las zonas de amortiguamiento debe parecerse al área protegida, tanto en composición de especies como en estructura.
- Las zonas de amortiguamiento deben poseer tanta diversidad biológica como sea posible.
- La capacidad del ecosistema en las zonas de amortiguamiento para mantener el reciclaje de los nutrientes del suelo debe ser mantenida tanto como sea posible. Las actividades de la zona de amortiguamiento

no deberán tener un impacto negativo en la estructura física del suelo o en la capacidad de regulación del agua.

- La explotación de la zona de amortiguamiento debe, tanto como sea posible, hacer uso de la tradición, estilos de vida de la población y prácticas de manejo de recursos localmente adaptados.

2.4.3 *EFFECTIVIDAD*

En términos ambientales efectividad biológica es la comparación entre los resultados de una actividad con sus objetivos propuestos. Es decir es el resultado conveniente que se obtiene al aplicar un insumo en el control o erradicación de una plaga que afecta a los vegetales.

3. CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1 ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio es la Reserva Ecológica El Ángel que se encuentra ubicada en la jurisdicción del cantón Espejo, provincia del Carchi, y es uno de los páramos más húmedos del Ecuador, con una extensión de 15715 hectáreas una altura que va desde los 3.644 hasta los 4768 msnm.

3.1.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL ÁREA

3.1.1.1 CLIMATOLOGÍA

Para realizar la descripción de los valores climatológicos de la zona se utilizó la información proporcionada por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), Estación Meteorológica El Ángel ubicada en la LATITUD: 03735 N LONGITUD: 775638 W a una elevación de 3.000 m.s.n.m. Para mostrar datos significativos se recolectó información de 8 años (2000–2008).

a) Precipitación

Los valores de precipitación registrados por la estación El Ángel van desde el año 2000 al año 2008 son variables y se encuentran en el rango entre 15.3 y 112.1mm, los valores más altos fueron registrados en el período de Octubre, Noviembre, Diciembre, Marzo y Abril y los más bajos entre Junio y Septiembre (época seca). La media de todas las mediciones registradas es igual a 68.5.

b) Temperatura

Las temperaturas registradas en la estación El Ángel desde el año 2000 al año 2008 se encuentran en el rango de 11.0 y 13.7 °C, los valores se mantienen constantes con una pequeña diferencia entre los meses de Junio, Julio y Agosto que baja un poco la temperatura. La media de todas las mediciones registradas es igual a 12.1°C.

c) Humedad Relativa

Los valores de humedad relativa registrados por la estación El Ángel desde el año 2000 al año 2008 se encuentran en el rango de 65 y 94 %, alcanzando el período de máximo en el mes de Diciembre con el porcentaje más alto, mientras que Agosto y Septiembre se registran los más bajos y los otros meses permanece más o menos constante. La media de todas las mediciones registradas es igual a 82%.

Otros datos de acuerdo a la clasificación climática del Instituto Francés de la Investigación para el Desarrollo IRD-, la REEA presenta un Clima Ecuatorial Frío de Alta Montaña. La altura y la exposición son los factores que condicionan el clima. La Reserva presenta temperaturas que alcanzan los 5° a 6° C y los registros de precipitación son de 2000 – 3000 mm (Coello, 1994). La mayoría de los aguaceros son de larga duración y de baja intensidad. La humedad relativa es siempre superior al 80%. Se pueden establecer dos épocas: **Seca**: Desde junio a octubre con la presencia de vientos fuertes, sol intenso durante el día y heladas durante las noches presentándose en ocasiones ligeras precipitaciones acompañadas de alta nubosidad **Lluviosa**: Entre los meses de noviembre a mayo, caracterizándose principalmente por la presencia de días con neblinas y nevadas con temperaturas que pueden llegar hasta los 0° C, acompañados de fuertes precipitaciones.

3.1.1.2 GEOLOGÍA

La Reserva Ecológica El Ángel registra dos formaciones litológicas en las que se destacan depósitos volcánicos pliocénicos¹¹ del Terciario Superior, que cubren aproximadamente el 45% del área, y depósitos glaciares Cuaternarios, que cubren un 30% del área de la Reserva.¹² Una característica importante de los depósitos volcánicos es que están constituidos principalmente por lavas andesitas basálticas, brechas compactas y tobas provenientes de tres centros de emisión ubicados en las áreas de Yanacocha, El Pelado y Tres Quebradas. Dentro del área se encuentran también formaciones volcánicas del Chiltazón, Peña Blanca y Chuquiraguas ubicadas hacia el oeste de la Reserva.

3.1.1.3 GEOMORFOLOGÍA

La geomorfología del área corresponde a depósitos volcánicos del cuaternario, formada principalmente por lavas ácidas tipo andesita y basaltos, producto de la actividad del volcán Chiles, depositados sobre un estrato de cenizas volcánicas finas, que consolidadas, se las conoce con el nombre de cangahua. La REEA se presenta como una meseta alta y húmeda, recubierta por material volcánico, y modelada por la glaciación, cuya acción puede ser evidenciada por la existencia de circos glaciares en la zona (relieves estructurales de glaciación); también se observa la presencia de ondulaciones del terreno en forma de pequeñas colinas (morrenas) que se han formado por el material acumulado debido al movimiento de los glaciares (Coello et. al. 1994). Además, hacia la zona sur de la reserva, se encuentran en menor porcentaje depósitos de sedimentos fluvio glaciares del período cuaternario. El relieve de la REEA es de tipo colinado y se caracteriza por ser más suave hacia el sureste, mientras que en la parte oeste se presentan pendientes más pronunciadas, con cortes

¹¹ Plioceno se aplica a la época geológica que es la segunda y última de la era terciaria.

¹² Según las Hojas 81 de Maldonado y 96 de Tulcán, Escala 1:100.000 del Mapa Geológico del Ecuador

profundos en las quebradas y ríos. Son numerosas las depresiones con humedales (lagunas, pantanos) localizados en casi toda la reserva y en gran parte de sus alrededores (Vallejo, 1997). Los rangos de pendientes con el porcentaje de cobertura en la REEA son los siguientes:

- Plana: Con un ángulo de 0° a 5° (0 a 9%), cubren el 23.81% de la reserva.
- Suavemente ondulada: con un ángulo de 5° a 10° (9 a 18%), abarca el 21.55% del área.
- Ondulada: con un ángulo de 10° a 20° (18 a 37%), cubren un área del 35.45%.
- Montañosa: con un ángulo de 20° a 30° (37 a 58%), se distribuyen en el 13.64% del área.
- Muy montañosa: con un ángulo de 30° a 45° (58 a 100%), ocupan un área del 4.99%.
- Escarpada: con un ángulo mayor a 45° (0 al 100%), representan el 0,56% del área.

3.1.1.4 SUELOS

Los suelos de la Reserva Ecológica El Ángel están constituidos por gran cantidad de cenizas volcánicas provenientes del Volcán Chiles. Estas cenizas, por efecto de su depósito y alteración, generan una difuminación de las formas del relieve moldeando cimas suavemente onduladas y rebajadas con cumbres anchas, redondas o aplanadas, de donde emergen localmente espinazos rocosos. En la reserva los suelos predominantes son Andisoles¹³ (Soil Survey Staff, 2003), caracterizados por ser suelos jóvenes, con horizontes poco diferenciados, gran riqueza de materia orgánica, pH ácido, elevada tasa de retención de agua y gran permeabilidad, lo que permite un buen desarrollo de las raíces y una notable resistencia a la erosión.

¹³ Tipo de suelo derivado de materiales volcánicos. Se originan a partir de cenizas volcánicas.

Los usos de suelo identificados en la REEA a través de un estudio multitemporal mediante imágenes satelitales fueron clasificados de la siguiente manera:

Tabla 3-1 Uso del Suelo

USO DE SUELO	HECTÁREAS	%
Páramo de frailejones	12915,60	78,08
Páramo de almohadillas	2247,16	13,59
Bosque siempre verde montano alto	246,85	1,49
Áreas intervenidas	694,12	4,20
Cuerpos sin agua	66,40	0,4
Páramo lacustre	283,96	1,72
Plantaciones forestales	26,30	0,16
Bosque de <i>Polylepis</i>	60,68	0,37
TOTAL	16541,077	100

Fuente: (Ministerio del Ambiente Plan. 2008. Plan de Manejo Reserva Ecológica El Ángel)

3.1.2 RESERVA ECOLÓGICA EL ÁNGEL

3.1.2.1 DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL

La Reserva Ecológica El Ángel única en el Ecuador con un gran biodiversidad de páramo y un ecosistema endémico es representada principalmente por los frailejones (*Espeletia pycnophylla*), plantas compuestas, arbustivas, caracterizadas por sus hojas pubescentes que pueden alcanzar los 7 m de altura. El género *Espeletia* es muy diverso en los páramos de Colombia y Venezuela, En el Ecuador la mayor población de esta especie está en la REEA y en menor parte en la cordillera de los Llanganates.

En la REEA los suelos han sido despojados de su cobertura vegetal por efecto de una expansión de la frontera agrícola, lo cual es particularmente notorio en la zona de amortiguamiento de la reserva ecológica.

El Gobierno Nacional creó la Reserva Ecológica El Ángel el 8 de Septiembre de 1992 (Acuerdo Ministerial 0415 y Registro Oficial No. 21), con el fin de proteger y conservar para las futuras generaciones, los recursos genéticos, hídricos, bioacuáticos, paisajísticos, geológicos, de fauna y flora, representados por los frailejones que caracterizan el área. El objetivo principal está encaminado a proporcionar oportunidades para la educación ambiental, investigación científica y desarrollo comunitario y fomentar las actividades recreativas y el turismo controlado.

La REEA inicialmente fue administrada por el Instituto Ecuatoriano Forestal y de Áreas Naturales y Vida Silvestre INEFAN entidad adscrita al Ministerio de Agricultura y Ganadería. Actualmente administrada por el Ministerio de Ambiente. Después de su declaratoria, la Reserva permaneció sin administrador durante 1 año 8 meses, hasta que el 2 de enero de 1994, el Dr. Carlos Molina asume la responsabilidad de ser el primer jefe de área, sin contar con una partida presupuestaria ni la infraestructura básica. El reto era muy grande, debido a que se debía controlar la cacería, la pesca indiscriminada, la contaminación, la tala de vegetación natural, incendios, entre otros. La falta de personal, medios de movilización, infraestructura, equipos de campo dificultaba el trabajo, y la poca sensibilización de las y los pobladores era evidente. (Plan de Manejo Reserva Ecológica El Ángel, 2008).

3.1.2.2 GENERALIDADES

La REEA está localizada en la provincia del Carchi al norte del país, siendo esta provincia límite fronterizo con Colombia. La geología del área corresponde a depósitos volcánicos del cuaternario como antes ya mencionado.

Dentro de los límites de la REEA encontramos hacia el norte los cerros: Chuza longo (3 960 msnm), Los Socavones, Yanacocha (4 000 msnm), Chiles (4 218 msnm) y Orifuela (4 213 msnm), además de río Grande y río Chiquito, la Loma del Morro (3 775 msnm) y la Laguna de Arquitecto. Al este se pasa por los puntos Tetillas (3 819 msnm), Tola Alta (3 821 msnm), el Voladero (3 815 msnm), Altos Gradones (3 844 msnm), El Bejucal (3 765 msnm), y Loma Seca (3 760 msnm). Al sur se encuentran las quebradas: Baños, Cariyacu, Puerta de Piedra, Púenla, Curiquingue o Chimbo y Rosario, además la Loma el Mirador y Loma de Puyurcu (3 769 msnm), la Cuchilla del Mayordomo, el Cerro Chizaltón y el río Mal Paso. Al oeste el Cerro El Alto, la cumbre del Filo Cacho de Venado y el Cerro Chuza longo (MAG¹⁴, 1992).

La REEA posee una hidrología importante entre los principales ríos que nacen dentro de la reserva están: Ángel, Bobo, Grande, Chiquito, Plata, Morán, Chilquiyacu, Huarmiyacu, Cariyacu. Todos estos ríos, al unirse en sus diferentes sectores, forman las grandes cuencas hidrográficas de los ríos Carchi y Mira que son parte del componente de manejo de la Cuenca Espejo Mira, aprovechando de este modo el recurso hídrico con canales de riego y agua potable para los pueblos de las zonas bajas de la provincia y otras poblaciones fuera de ella (MAE¹⁵ 2005).

3.1.2.3 FLORA

La mayor parte del territorio de la REEA se encuentra dentro de la formación vegetal de Páramo de frailejones, con remanentes de Bosque siempre verde montano alto –ceja andina-, Páramo herbáceo y Páramo de almohadillas (Valencia et al 1999). Si se considera la propuesta del Proyecto Páramo (1999) para la clasificación de los páramos se encuentra también: Páramo pajonal, herbáceo de almohadillas y pantanoso. (Ministerio del Ambiente. 2008. Plan de Manejo de la Reserva Ecológica El Ángel.)

¹⁴ Ministerio de Agricultura y Ganadería.

¹⁵ Ministerio del Ambiente del Ecuador.

Páramo de frailejones

Como ya mencionados esta 3500 y 3700 m. de altitud, están representados por *Calamagrostis spp.* y *Espeletia pyconphylla* subsp. *angelensis* siendo esta última una subespecie endémica del país (Valencia et al 1999). A esta agregación de paja y frailejón se suman otras especies con mucha menor densidad como las herbáceas de los géneros *Senecio*, *Lupinus*, *Gentianella*, *Halenia*, *Gunera*, *Sisyrinchium*, *Satruveja*, *Lachemilla*, *Ranunculus*, *Hypochaeris*, los helechos de los géneros *Jamesonia*, *Elaphoglossum* y la vegetación arbustiva de los géneros *Arcytophyllum*, *Bacharis*, *Disterigma*, *Pernetya*, *Brachyotum* (Suárez et al 2004).

Páramo de Pajonal o Páramo Herbáceo

En algunas zonas dentro de la REEA existen extensiones cubiertas por páramo de pajonal, especialmente en las zonas más altas -sobre los 3900 m- donde se reduce la presencia de frailejones, hasta desaparecer. En estas zonas son dominantes varias especies del género *Calamagrostis sps*, *Agrostis sp* hasta presentarse agregaciones de herbáceas formadoras de tapetes, o agrupación de líquenes y musgos, como en el Cerro Pelado a 4150 m. (Suárez et al 2004). Existen zonas hacia el centro del territorio de la Asociación 23 de Julio dentro de la REEA y sobre los 3900 m., donde la vegetación arbustiva domina el paisaje y no existe presencia de frailejones -Sector de los Violines-. Esta vegetación arbustiva está dentro de un mosaico de páramo de pajonal (Suárez et al 2004). Según (Baquero et al., 2004) este páramo presenta las siguientes variables biofísicas: déficit hídrico de 0 a 5 mm, altura media 3662 m, pendiente de 9°, meses secos cuatro, temperatura anual mínima 4°C y máxima 13°C, precipitación anual 722 mm, potencial de evapotranspiración de 820 mm.

Páramo de Almohadillas

En algunos sitios la formación vegetal de pajonal con frailejones es reemplazada por plantas herbáceas formadoras de almohadillas y tapetes. Esta formación de páramo de almohadillas está frecuentemente confinada a altitudes entre 4000-4500 m. (Valencia et al., 1999). Aquí las hierbas en penacho decrecen en importancia y son ampliamente reemplazadas por arbustos, hierbas de varios tipos, plantas en rosetas, y en las zonas más húmedas (turberas) por plantas formadoras de almohadillas. Las almohadillas generan un microclima menos frío en su interior, donde se protegen los órganos jóvenes de las plantas. La mayoría de almohadillas se encuentran en zonas con poco drenaje (Mena Vásconez y Medina, 2000). Las especies formadoras de almohadillas son: *Azorella*, *Werneria*, *Plantago rígida*, entre otras que no superan los 0.10 m de altura como *Geranium multipartitum*, *Hypochaeris sessiliflora*, *Lachemilla orbiculata* y helechos como el *Equisetum bogotense*. La degradación de la materia orgánica, que forma la turba, permite la presencia de varias especies de hongos del orden Agaricales, que se adaptan a esta formación por las condiciones de humedad y temperatura (Suárez et al., 2004).

Herbazal Lacustre Montano

Esta formación fue descrita por primera vez por Valencia y colaboradores (1999). Los autores recomiendan hacer estudios de la flora característica de las lagunas para mejorar su clasificación y mencionan a la Laguna del Voladero como un ejemplo de este ecosistema. La flora característica es *Isolepis inundata* (Cyperaceae); *Callitriche deflexa* (Callitrichaceae); *Crassula vanezuelensis* (Crassulaceae); *Scirpus californicus* (Juncaceae); *Potamogeton filiformis*, *P. striatus* (Potamogetonaceae); *Elatine eacuadoriensis* (Elatinaceae) (Valencia et al., 1999; Baquero et al., 2004).

Bosque Siempre Verde Montano Alto

El bosque siempre verde montano alto se extiende desde los 3000 hasta los 3400 msnm, incluye la “Ceja Andina” o vegetación de transición entre los bosques montano altos y el páramo. El bosque siempre verde (húmedo) montano alto es muy similar al bosque nublado en su fisonomía y en la cantidad de musgos y plantas epifitas. Una diferencia importante es que el suelo tiende a estar cubierto por una densa capa de briófitos -musgo- y los árboles tienden a crecer irregularmente, con troncos ramificados desde la bases y en algunos casos muy inclinados o casi horizontales (Valencia et al., 1999).

Este ecosistema conocido también como subpáramo, es un mosaico de arbustos y árboles, que poco a poco se reducen de tamaño. En esta formación se puede encontrar parte de la flora herbácea del páramo y especies de los bosques montanos de las zonas más bajas (Luteyn, 1999). Actualmente el paisaje tropandino el bosque de Ceja Andina está constituido por islas de bosque natural relegado a las quebradas y suelos con pendientes pronunciadas (Luteyn, 1999), llegando a ser uno de los ecosistemas más amenazados de la región andina del norte del Ecuador. En el país este bosque presenta las siguientes variables biofísicas según (Baquero et al., 2004): déficit hídrico de 0 a 5 mm, altura media 2.925 m, pendiente de 11°, meses secos cuatro, temperatura anual mínima 6°C, una máxima de 17°C, precipitación anual 922 mm, y potencial de evapotranspiración de 882 mm.

Bosque Altimontano norte-andino de *Polylepis*

En algunas zonas de la Reserva entre los 3000 y 3200 m.s.n.m. existen grandes extensiones de bosques de *Polylepis sp.* (Suárez et al., 2004); varias investigaciones hechas en otros sectores del Ecuador, sugieren que estos remanentes de bosque, corresponden a otro tipo de vegetación que en el pasado ocuparon áreas mucho más grandes (Jorgensen y Ulloa, 1994). De

acuerdo a la nomenclatura para formaciones vegetales propuesta por Josse et. al., 2003, citado por Baquero et al., 2004, el nombre que le corresponde a esta formación es: Bosque altimontano norandino de *Polylepis*.

3.1.2.4 FAUNA

De acuerdo a la clasificación de pisos zoogeográficos propuestos por (Albuja et al., 1980) y modificada por (Tirira, 1999), la REEA se encuentra en el piso *Altoandino* ubicado entre un rango de altura de 3000 a 4500 msnm. El estudio “Recursos bióticos potenciales del Bosque Protector Golondrinas y la Reserva Ecológica El Ángel” (Suárez et. al., 2005) presenta una lista de las especies de fauna identificadas en la REEA y categorizadas según los Libros Rojos de Mamíferos (Tirira 2001) y Aves (Granizo et al., 2002). Un resumen de la lista se presenta a continuación en la tabla 3-2.

Tabla 3-2 Especies de fauna de la REEA, respecto a las categorías de la UICN¹⁶

CATEGORÍA UICN	ESPECIES
MAMÍFEROS	
En Peligro Crítico (CR)	Ratón campestre (<i>Akodon latebricola</i>)
En Peligro (EN)	Oso de anteojos (<i>Tremarctos ornatus</i>)
Vulnerable (VU)	Puerco espín Andino (<i>Coendou quichua</i>) Gato del pajonal (<i>Oncifelis colocolo</i>) Puma (<i>Puma concolor</i>)
Casi amenazado (NT)	Guanta andina (<i>Cuniculus taczanowskii</i>), Venado de páramo (<i>Mazama rufina</i>)
HERPETOFAUNA	
En Peligro (EN)	Sapo andino (<i>Osornophryne sp.nov</i>), Rana de cristal (<i>Centrolene buckleyi</i>), Sapo marsupial (<i>Gastrotheca espeletia</i>), Sapo verde (<i>Gastrotheca sp.</i>), lagartos como: <i>Eleutherodactylus ocreatus</i> , <i>Eleutherodactylus</i> grp.

¹⁶ UICN, la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, es la red ambiental más grande y antigua del mundo. Desarrolla y apoya ciencia de vanguardia para la conservación, particularmente en especies, ecosistemas, biodiversidad y el impacto que éstas tienen en los medios de vida humanos.

Vulnerable (VU)	<i>Eleutherodactylus myersi</i> y <i>Stenocercus angel</i>
Extinto (EX)	Jambato (<i>Atelopus ignecens</i>)
AVIFAUNA	
En Peligro Crítico (CR)	Cóndor (<i>Vultur gryphus</i>)
Casi amenazado (NT)	Gavilán ceniciento (<i>Circus cinerius</i>)

Fuente: (Ministerio del Ambiente. 2008. Plan de Manejo de la Reserva Ecológica El Ángel.)

3.1.2.5 AMENAZAS EN LA REEA

Actualmente la reserva cuenta con grandes amenazas entre las principales son:

- **EROSION:** A nivel de la cuenca del río El Ángel, la labranza del suelo del páramo para cultivos y pastoreo además de frecuentes quemas, propicia la erosión y disminuye significativamente su capacidad de retención de agua.
- **CONTAMINACION DEL AGUA:** El uso excesivo de fertilizantes y agroquímico que han contaminado algunos ríos del lugar. Está implícito que si la ocupación agrícola del páramo de El Ángel continúa, las fuentes de agua desaparecerán, además de la vegetación y la fauna nativa.
- **TENENCIA DE TIERRA:** Parte de la Reserva es de propiedad privada sustentada con títulos auténticos, algunos de ellos provenientes de épocas muy antiguas. Esta situación ha generado conflictos de intereses, particularmente al momento de establecer restricciones para el uso del suelo.
- **PROBLEMAS FRONTERIZOS:** La cercanía de algunos sitios a la frontera colombiana puede ocasionar problemas como la contaminación por fumigaciones, cacería, furtiva extracción de madera y cultivos ilícitos.

3.2 PROCEDIMIENTO

3.2.1 ESPECIE DE ESTUDIO

Nombre Común: Frailejón

Nombre Científico: ***Espeletia picnophylla* Cuatrec**

El género *Espeletia* llamado comúnmente frailejón forma una parte importante de la ecología y la biodiversidad de los páramos de Venezuela y de Colombia. En el Ecuador llegan solamente con una especie (*Espeletia pycnophylla* Cuatrec) con 2 subespecies: *ssp. angelensis* Cuatrec. en páramo del Angel y *ssp. llanganatensis* Cuatrec. en los Llanganates.

Esta especie fue nombrada por Humboldt y Bonpland en 1809, en honor a Don José de Espeletia virrey del Nuevo Reino de Granada (Standley, 1915). Los frailejones ocurren generalmente, por encima de los 3000 m de altitud y presenta diferentes formas de crecimiento relacionadas con el tipo de vegetación donde se encuentran (Cuatrecasas, 1979).

Espeletia es un género de plantas fanerógamas, dicotiledóneas (Espeletiinae), taxonómicamente este género pertenece a la familia Compuestas o Asteráceas.

Los frailejones presentan una serie de adaptaciones a las drásticas condiciones climáticas de las alturas andinas (frío, alta irradiación UV, estacionalidad diaria, escasez fisiológica de agua) una particular adaptación es que posee una vellosidad abundante en las hojas y hojas muertas protegiendo el tallo, que es generalmente único.

Los frailejones se caracterizan por ser plantas leñosas, con dos formas de vida: la caulirrosula¹⁷, que es un tallo (subterráneo o de hasta 12 m de altura) con hojas agrupadas en forma de roseta al final del tallo; y la arbórea con hojas

¹⁷ CAULIROSULE. Uno de los tipos biológicos descritos para la vegetación de las montañas tropicales, en especial para la bioma del páramo, caracterizado por un alto tallo que sustenta la floración arrosetada.

agrupadas al final de las ramas. Las hojas generalmente están cubiertas por pelos que les dan aspecto de orejas de burro y al envejecer permanecen pegadas a los tallos formando una cubierta llamada necromasa, que protege del frío y permite el reciclaje de nutrientes. En la parte reproductiva, se encuentran frutos en forma de pirámide y sin pelos o espinitas.

La mayoría de las especies se describen como pachycauls (grueso tallo, con interiores concisos y poco tejido leñoso), con hojas dispuestas en espirales densas. En la especie tronco, las hojas viejas se secan, pero persisten, que cubre y protege el tallo, mientras que las nuevas hojas forman una roseta agrupadas en el ápice del tronco. Las hojas son gruesas y suculentas, con flores de color gris o blanco de lana y pelos como margarita, generalmente de color amarillo. Otras especies sin tronco con hojas dispuestas en una roseta grande a nivel del suelo de girasol alto como tallos que surgen desde el centro. Las hojas peludas se cree que son una adaptación para proteger las plantas del frío. (Sánchez, 2004).

3.2.1.1 TÉCNICAS APLICADAS EN EL SITIO DE ESTUDIO

La técnica utilizada en el presente proyecto es del tipo investigativo y descriptivo, ya que se realizó investigación bibliográfica y observaciones directas en el área de estudio, en este caso en la Reserva Ecológica El Ángel.

Se realizaron los siguientes pasos:

1. Levantamiento de información bibliográfica

Para esta etapa de la investigación se consultó en fuentes bibliográficas como internet, revistas, editoriales, libros, y otros que contenían información relevante al área de estudio como por ejemplo tesis realizadas en concordancia con la presente investigación así como también proyectos realizados por el Grupo

Randi Randi acordes al tema que proveyeron de una línea base y visión general de la situación actual para el proceso de estudio.

2. Levantamiento de información de campo.

El levantamiento de la información se realizó de acuerdo a las características que se pretendía estudiar, las cuales son:

Sobrevivencia.-

Para determinar la sobrevivencia de los frailejones existentes en la REEA y su zona de amortiguamiento se seleccionaron 16 sitios de los cuales se registraron 50 individuos por cada sitio estudiado.

El área en estudio no fue delimitada físicamente, sin embargo cada cuadrante tenía un área de 20 x 20 m, la misma que fue definida previamente para llevar a cabo estudios similares por un sistema de posicionamiento geográfico (GPS).

A continuación en la tabla 3-3 se muestra los cuadrantes elegidos y sus características para la elaboración de este estudio

Tabla 3-3: Descripción General de los Cuadrantes

Cuadro	Altitudes	Número de plantas encontradas	Características del cuadro
1	3702	639	Sitio quemado (2 años) con vegetación abundante
2	3761	28	Sitio con vegetación media (pastos)
3	3768	8	Sitio con vegetación abundante y densa
4	3623	25	Sitio recientemente quemado sin vegetación arbustiva
5	3732	11	Parcialmente cubierto con pastos
6	3667	26	Parcialmente cubierto con pastos
7	3654	199	Sitio recientemente quemado
8	3687	25	Sitio densamente cubierto con pastos de gran talla
9	3656	140	Sitio cubierto con pastos de gran talla

10	3665	81	Sitio quemado recientemente
11	3619	66	Sitio quemado recientemente y densamente cubierto por vegetación arbustiva
12	3636	40	Sitio quemado recientemente
13	3777	109	Sitio quemado recientemente
14	3771	6	Sitio quemado recientemente
15	3723	180	Sitio cubierto con pastos de gran talla
16	3770	5	Sitio quemado recientemente
17	3430	61	Sitio en transición con bosque y baja densidad de <i>Espeletias</i>
18	3446	5	Sitio con baja densidad de pastos y alta densidad de vegetación rastrera
19	3449	55	Sitio en transición con bosque y alta vegetación rastrera
20	3434	12	Sitio en transición con bosque con pastos de talla alta pero recientemente quemado

Elaborado por: Margarita Miño

Para la selección de sitios se tomó diferentes distancias hacia dentro y hacia afuera de la reserva según la carta cartográfica a una escala de 1:50000.

Con los sitios seleccionados se formaron las siguientes categorías:

- CATEGORÍA D: 4 sitios ubicados dentro de la reserva
- CATEGORÍA E: 4 sitios ubicados a una distancia igual a 1000 o menos metros.
- CATEGORÍA F: 4 sitios ubicados a una distancia entre 1001 y 1500 metros.
- CATEGORÍA G: 4 sitios ubicados a 1500 o más metros de distancia

Los sitios seleccionados también con diferentes edades de quema a partir del año 2005 al 2009.

Tabla 3-4: Edades de Quema

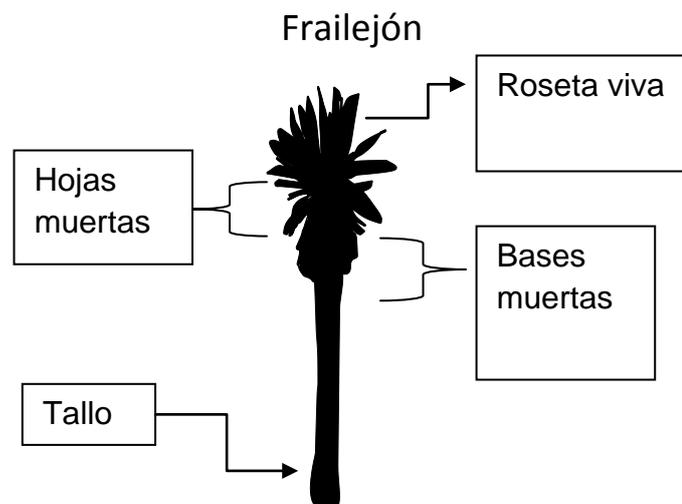
Sitio ID	Año Estimado de Quema	COORDENADAS	Altitud
1	2005	18 N 180258 74921	3702
2	2009	18 N 180022 75560	3761
4	2009	18 N 178775 73543	3623
5	2008	18 N 179754 74880	3732
7	2006	18 N 179559 74181	3654
8	2006	18 N 180685 75446	3687
9	2006	18 N 180812 75286	3656
10	2005	18 N 179470 74121	3665
11	2007	18 N 179802 74152	3619
12	2006	18 N 179582 73851	3636
14	2004	18 N 179862 75175	3771
16	2005	18 N 179665 75081	3770
21	2009	18 N 181159 75149	3633
22	sin quema	18 N 181134 75111	3641
23	2009	18 N 180691 75166	3656
24	2009	18 N 180577 75013	3679

Elaborado por: Margarita Miño

Como se puede observar en la Tabla No. 3-4 para el año 2004 hay una sola quema, para el 2005 tres quemas, para el 2006 cuatro quemas, para el 2007 una quema, para el 2008 dos quemas y para el 2009 cuatro quemas. Hay un solo cuadrante que no está quemado.

Los 50 individuos de *Espeletia picnophylla* de cada cuadrante fueron monitoreados durante el período comprendido entre Julio 2009 y Septiembre 2010 los parámetros observados, medidos y finalmente evaluados fueron características morfológicas de las plantas como se muestra en el Gráfico 3-1:

Gráfico 3-1 Frailejón



Elaborado por: Margarita Miño

Las hojas y bases muertas fueron medidas de la siguiente manera: se buscó los especímenes impactados por la quema, los mismos que tenían un color variable entre marrón, correspondiente a quemas viejas, y negruzco correspondiente a quemas recientes.

Para medir el tamaño de la zona de hojas muertas se utilizó una cinta métrica, ubicando el comienzo de esta donde terminan las bases e inician las hojas como se puede ver en el Gráfico 3-1 llegando hasta el fin de la sección de hojas muertas donde inicia la roseta viva.

Para medir el tamaño de la zona de bases muertas se utilizó una cinta métrica, ubicando el comienzo de esta donde termina el tallo inician las bases muertas como se puede ver en el Gráfico 3-1 llegando hasta el fin de la sección de bases muertas donde inicia las hojas muertas.

Para la medición del tallo se tomo en cuenta la parte inferior a las bases muertas que se encontraba al descubierto, en muchas plantas se encontró el tamaño del tallo igual a cero.

En total se registraron 800 individuos de *Espeletia picnophylla* para su comparación entre sitios.

El formato de llenado utilizado para el registro de mediciones de *Espeletia picnophylla* Cuatrec se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 3-5 Formato para la medición

SITIO ID	# PLANTA	TALLO	BASESE MUERTAS	HOJAS MUERTAS	ROSETA VIVA	OBSERVACIONES
1						
2						
3....						
50						

Elaborado por: Margarita Miño

El sitio ID es el lugar ubicado por el GPS y escogido para el estudio.

Crecimiento.-

Una vez levantada la información para el análisis de sobrevivencia se retomo al campo y esta vez se eligió dos cuadrantes al azar: uno con quema reciente del año 2009 y otro sin quema alguna. El cuadrante con quema del 2009 poseía una vegetación severamente afectada en casi todas sus características como tallo, hojas y bases, mientras que el cuadrante sin quema era un sitio casi virgen es decir casi sin ninguna afectación de quema esto debido a que se encontraba cerca de un humedal en la zona y esto evitaba que el fuego se expanda hacia esta zona de frailejones. Los dos sitios estaban juntos, divididos por un pequeño cauce.

Al inicio de la temporada se midieron las hojas recién formadas (hojas de 5 cm) de 40 individuos con quema y 40 individuos sin quema; para la marcación se utilizó pintura indeleble, tinta correctora, alambre normal y cintas de colores para observar su crecimiento a lo largo de los 6 meses de estudio.

Se marcaron 40 individuos un número considerable para no correr el riesgo de que al regreso al campo después de los 6 meses poder encontrar las suficientes plantas marcadas para realizar el estudio de crecimiento.

Transcurrido el tiempo indicado se registró el número de hojas producidas a partir de la primera hoja marcada y se midió el tallito nuevo que se generó con las hojas.

4. CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para el análisis de los datos se utilizó el software estadístico SPSS Statistics 17.0, SPSS Statistics proporciona un amplio rango de habilidades para el proceso analítico completo, ayuda a generar información para la toma de decisiones de manera rápida utilizando poderosos estadísticos y presentando sus resultados en gráficos y tablas.

Los resultados de los análisis realizados con este programa estadístico permitieron comparar los distintos factores de los frailejones en relación a las variables de edades de quema y la distancia propuesta, se observó los patrones y tendencias de cada uno de los factores morfológicos del frailejón.

4.1 SOBREVIVENCIA

Con la información recopilada de las mediciones de las características de tallo, bases muertas, hojas muertas y roseta viva se creó un banco de datos y posteriormente se definió las variables: distancia y año de quema.

4.1.1 *ANÁLISIS DE LA RELACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS FRAILEJONES CON LA DISTANCIA A LA REEA*

Este análisis ayudo a determinar la sobrevivencia del frailejón dentro y fuera de la reserva en especial en la zona de amortiguamiento donde es la parte más vulnerable de la REEA frente a las quemadas constantes que sufren por distintos factores ya antes mencionados.

Se tomo cuatro factores de distancia para este análisis:

- a) Dentro de la reserva con 200 individuos de frailejones representando el 25 %

- b) A una distancia igual a 1000 o menos metros con 200 individuos de frailejones representando el 25 %
- c) A una distancia entre 1001 y 1500 metros 200 individuos de frailejones representando el 25 %
- d) Sitios ubicados a 1500 o más metros de distancia 200 individuos de frailejones representando el 25 %

A continuación se muestra en la tabla 4-1 el total de datos considerados para el análisis estadístico de las cuatro variables medidas en el trabajo de campo considerando la categoría de acuerdo a la distancia.

Tabla 4-1 Procesamiento de los datos en relación a la distancia

	Casos					
	Incluidos		Excluidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Medición del tallo en cm * Categorías de acuerdo a la distancia	799	99.9%	1	.1%	800	100.0%
Medición de la base en cm * Categorías de acuerdo a la distancia	800	100.0%	0	.0%	800	100.0%
Medición de Hojas muertas en cm * Categorías de acuerdo a la distancia	799	99.9%	1	.1%	800	100.0%
Medición de Rosetas vivas en cm * Categorías de acuerdo a la distancia	796	99.5%	4	.5%	800	100.0%

Elaborado por: Margarita Miño

Con los datos totales procesados se analizó la muestra total de los datos por categoría con su respectiva media, mínimo, máximo para las 4 variables independientes que son el tallo, bases muertas, hojas muertas y roseta viva como se muestra en la tabla 4-2. En esta tabla se puede observar que en todas las categorías tienen una medición mínima de cero, esto se debe a que

muchas de las plantas medidas no poseían tallo debido a que fueron afectadas por las quemadas y un tallo muerto no se tomó en cuenta para la medición.

Tabla 4-2 Análisis de acuerdo a la distancia

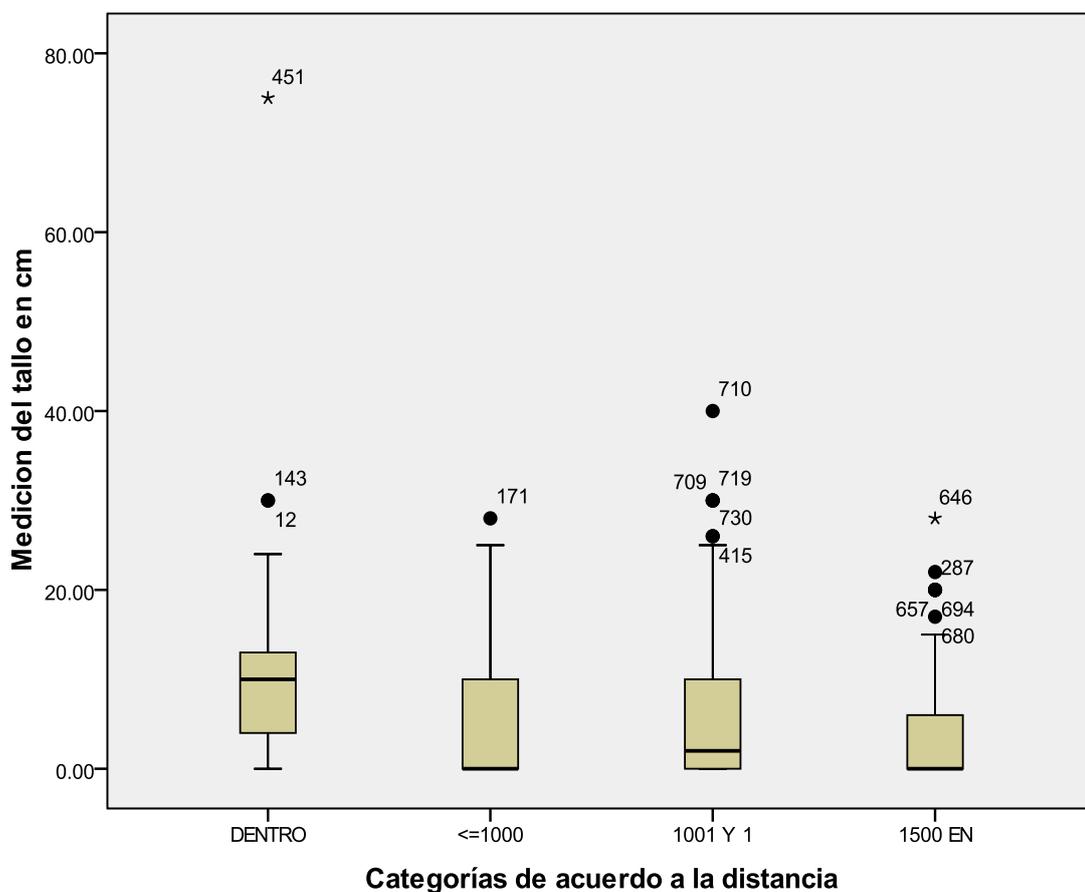
Categorías de acuerdo a la distancia		Medición del tallo en cm	Medición de la base en cm	Medición de Hojas muertas en cm	Medición de Rosetas vivas en cm
DENTRO	N	200	200	200	200
	Media	9.4350	77.4450	17.9300	28.5000
	Mínimo	.00	25.00	6.00	.00
	Máximo	75.00	118.00	35.00	44.00
<=1000	N	200	200	199	198
	Media	5.2600	79.7500	20.8291	32.5253
	Mínimo	.00	19.00	8.00	17.00
	Máximo	28.00	117.00	88.00	48.00
1001 Y 1500	N	200	200	200	198
	Media	5.8550	72.5350	30.7500	30.4040
	Mínimo	.00	.00	6.00	12.00
	Máximo	40.00	126.00	127.00	63.00
1500 EN ADELANTE	N	199	200	200	200
	Media	3.4422	66.3950	39.2900	29.8250
	Mínimo	.00	.00	6.00	10.00
	Máximo	28.00	130.00	132.00	53.00
Total	N	799	800	799	796
	Media	6.0013	74.0313	27.2078	30.3078
	Mínimo	.00	.00	6.00	.00
	Máximo	75.00	130.00	132.00	63.00

4.1.1.1 ANÁLISIS POR CATEGORÍAS DE DISTANCIA

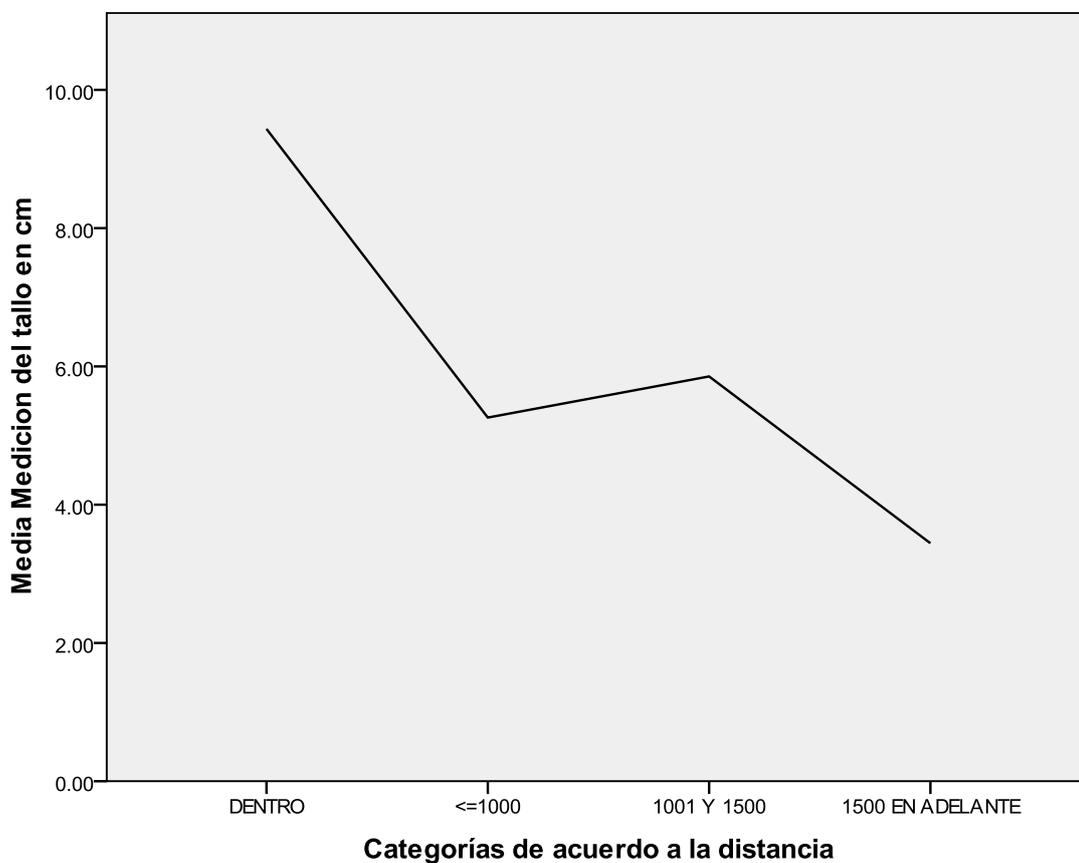
Para cada categoría de distancia ya antes mencionada se realizó el análisis por cada característica morfológica del frailejón: tallo, bases muertas, hojas muertas y roseta viva para comparar y relacionar cada una de sus partes y determinar cuál es la más vulnerable frente a las quemas ya que algunas tienen mayor adaptación y sobrevivencia a diferencia de otras.

- Para el tallo.- Se muestra en la tabla 4-3 análisis para el tallo como son la media, su desviación estándar, mediana, mínimo, rango y máximo para las distintas distancias establecidas, y su análisis gráfico.

Gráfico 4-1 Diagrama de cajas medición del tallo



Elaborado por: Margarita Miño

Gráfico 4-2 Relación de medición del tallo con relación a las categorías de distancia

Elaborado por: Margarita Miño

Con los grafico 4-1 y 4-2 se observa claramente que el tallo mientras más alejado de la reserva se encuentre va disminuyendo su sobrevivencia. Esto se debe que al estar alejado de la REAA es mayor la amenaza por las quemas. Las quemas son mayores en la zona de amortiguamiento, porque la expansión de la frontera agrícola es mayor en esa zona ya que no tiene ninguna categoría de protección según la legislación ecuatoriana.

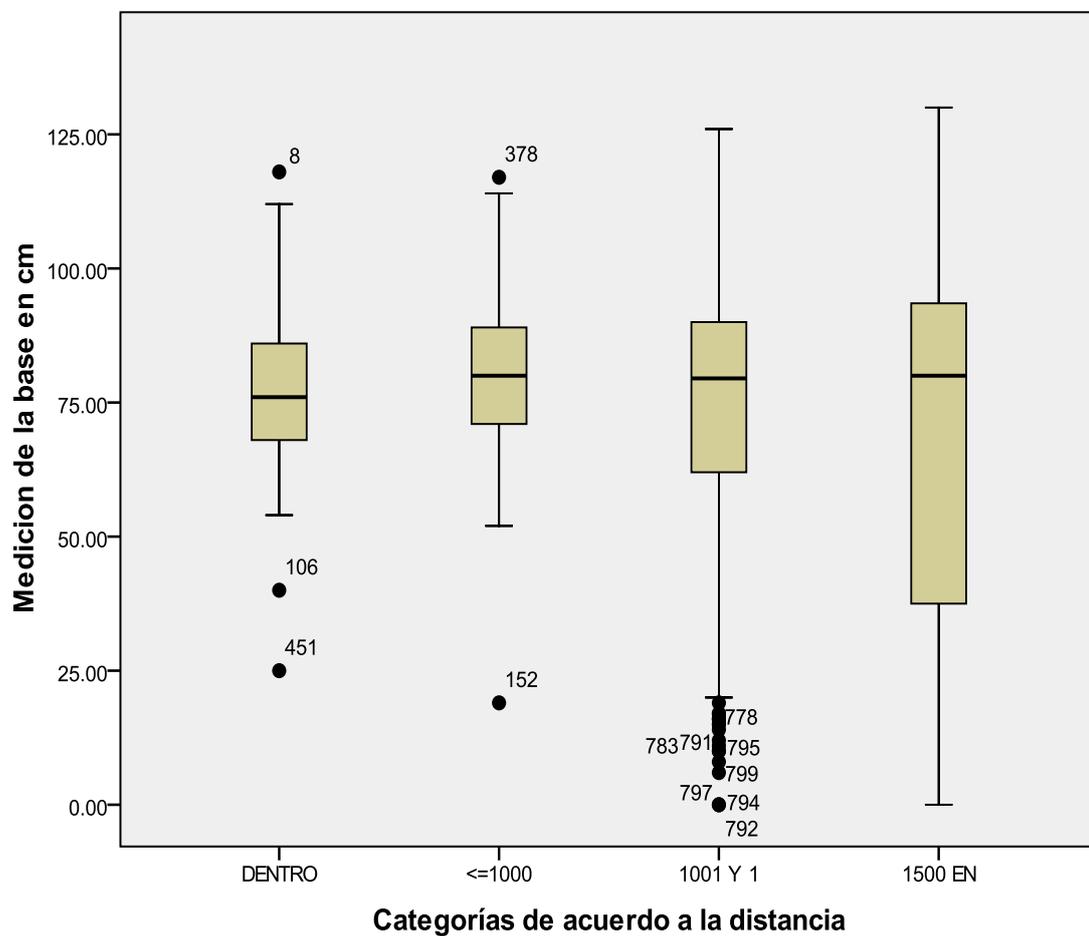
Tabla 4-3 Análisis medición del tallo

Categorías de acuerdo a la distancia			Estadístico	Error típico
DENTRO	Media		9.4350	.57093
	Intervalo de Confianza para la media al 95%	Límite inferior	8.3092	
		Límite superior	10.5608	
	Media recortada al 5%		8.8722	
	Mediana		10.0000	
	Varianza		65.192	
	Desviación típ.		8.07414	
	Mínimo		.00	
	Máximo		75.00	
	Rango		75.00	
	Amplitud intercuartil		9.00	
	Asimetría		2.827	.172
	Curtosis		20.751	.342
<=1000	Media		5.2600	.50152
	Intervalo de Confianza para la media al 95%	Límite inferior	4.2710	
		Límite superior	6.2490	
	Media recortada al 5%		4.5778	
	Mediana		.0000	
	Varianza		50.304	
	Desviación típ.		7.09253	
	Mínimo		.00	
	Máximo		28.00	
	Rango		28.00	
	Amplitud intercuartil		10.00	
	Asimetría		1.049	.172
	Curtosis		0.23	.342
1001 Y 1500	Media		5.8550	.54553
	Intervalo de Confianza para la media al 95%	Límite inferior	4.7792	
		Límite superior	6.9308	
	Media recortada al 5%		4.9778	
	Mediana		2.0000	
	Varianza		59.522	
	Desviación típ.		7.71502	
	Mínimo		.00	
	Máximo		40.00	
	Rango		40.00	
	Amplitud intercuartil		10.00	
	Asimetría		1.504	.172
	Curtosis		2.275	.342
1500 EN ADELANTE	Media		3.4422	.38680
	Intervalo de Confianza para la media al 95%	Límite inferior	2.6794	
		Límite superior	4.2050	
	Media recortada al 5%		2.7677	
	Mediana		.0000	
	Varianza		29.773	
	Desviación típ.		4.45648	
	Mínimo		.00	
	Máximo		28.00	
	Rango		28.00	
	Amplitud intercuartil		6.00	
	Asimetría		1.704	.172
	Curtosis		2.743	.343

Elaborado por: Margarita Miño

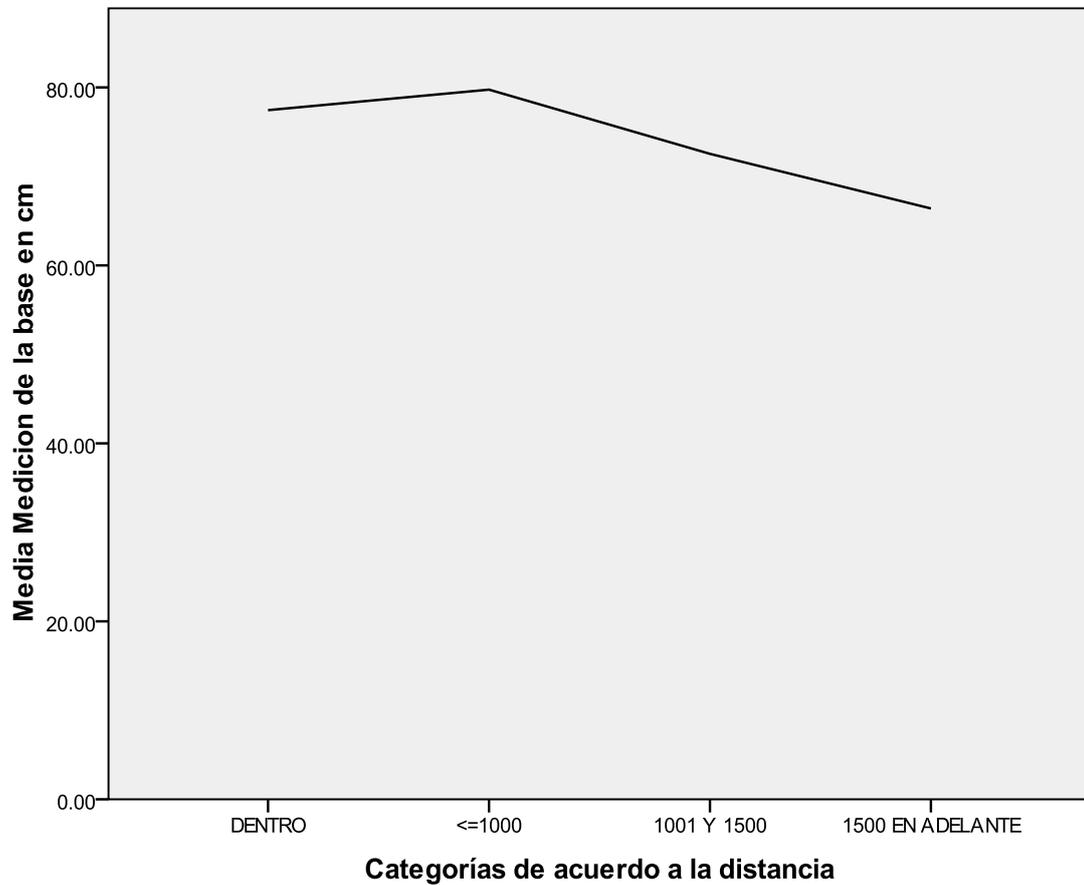
- Para las bases muertas.- Se muestra en la tabla 4-4 el análisis para las bases muertas como son la media, su desviación estándar, mediana, mínimo, rango, etc. para las distintas distancias establecidas, y su análisis gráfico.

Gráfico 4-3 Diagrama de cajas medición de bases muertas



Elaborado por: Margarita Miño

Gráfico 4-4 Relación de la media de medición de bases muertas con relación a las categorías de distancia



Elaborado por: Margarita Miño

En los gráficos se observa que las bases muertas se mantienen más o menos constantes pero a medida que se alejan dentro de la reserva van disminuyendo el tamaño. Porque mientras más se aleja de la REEA las bases muertas son más afectadas.

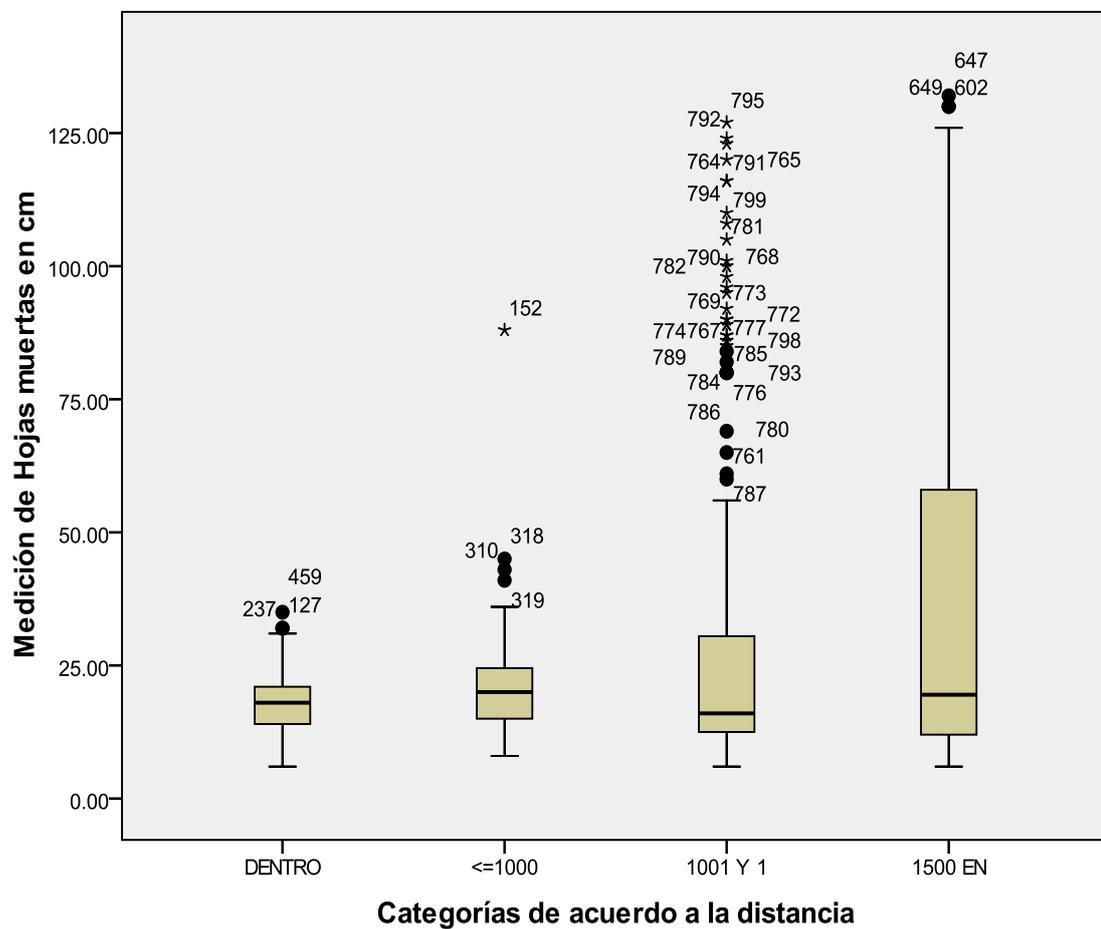
Tabla 4-4 Análisis medición de Bases muertas

Categorías de acuerdo a la distancia			Estadístico	Error típico
DENTRO	Media		77.4450	.99230
	Intervalo de Confianza para la media al 95%	Límite inferior	75.4882	
	Media recortada al 5%	Límite superior	79.4018	
	Mediana		77.2056	
	Varianza		76.0000	
	Desviación típ.		196.932	
	Mínimo		14.03323	
	Máximo		25.00	
	Rango		118.00	
	Amplitud intercuartil		93.00	
	Asimetría		18.00	
Curtosis		.148	.172	
		.616	.342	
<=1000	Media		79.7500	.94478
	Intervalo de Confianza para la media al 95%	Límite inferior	77.8869	
	Media recortada al 5%	Límite superior	81.6131	
	Mediana		79.6389	
	Varianza		80.0000	
	Desviación típ.		178.520	
	Mínimo		13.36114	
	Máximo		19.00	
	Rango		117.00	
	Amplitud intercuartil		98.00	
	Asimetría		18.00	
Curtosis		-.162	.172	
		1.436	.342	
1001 Y 1500	Media		72.5350	1.94078
	Intervalo de Confianza para la media al 95%	Límite inferior	68.7079	
	Media recortada al 5%	Límite superior	76.3621	
	Mediana		73.5500	
	Varianza		79.5000	
	Desviación típ.		753.325	
	Mínimo		27.44677	
	Máximo		.00	
	Rango		126.00	
	Amplitud intercuartil		126.00	
	Asimetría		28.00	
Curtosis		-.874	.172	
		.295	.342	
1500 EN ADELANTE	Media		66.3950	2.77170
	Intervalo de Confianza para la media al 95%	Límite inferior	60.9293	
	Media recortada al 5%	Límite superior	71.8607	
	Mediana		67.2556	
	Varianza		80.0000	
	Desviación típ.		1536.461	
	Mínimo		39.19772	
	Máximo		.00	
	Rango		130.00	
	Amplitud intercuartil		130.00	
	Asimetría		62.50	
Curtosis		-.824	.172	
		-.819	.342	

Elaborado por: Margarita Miño

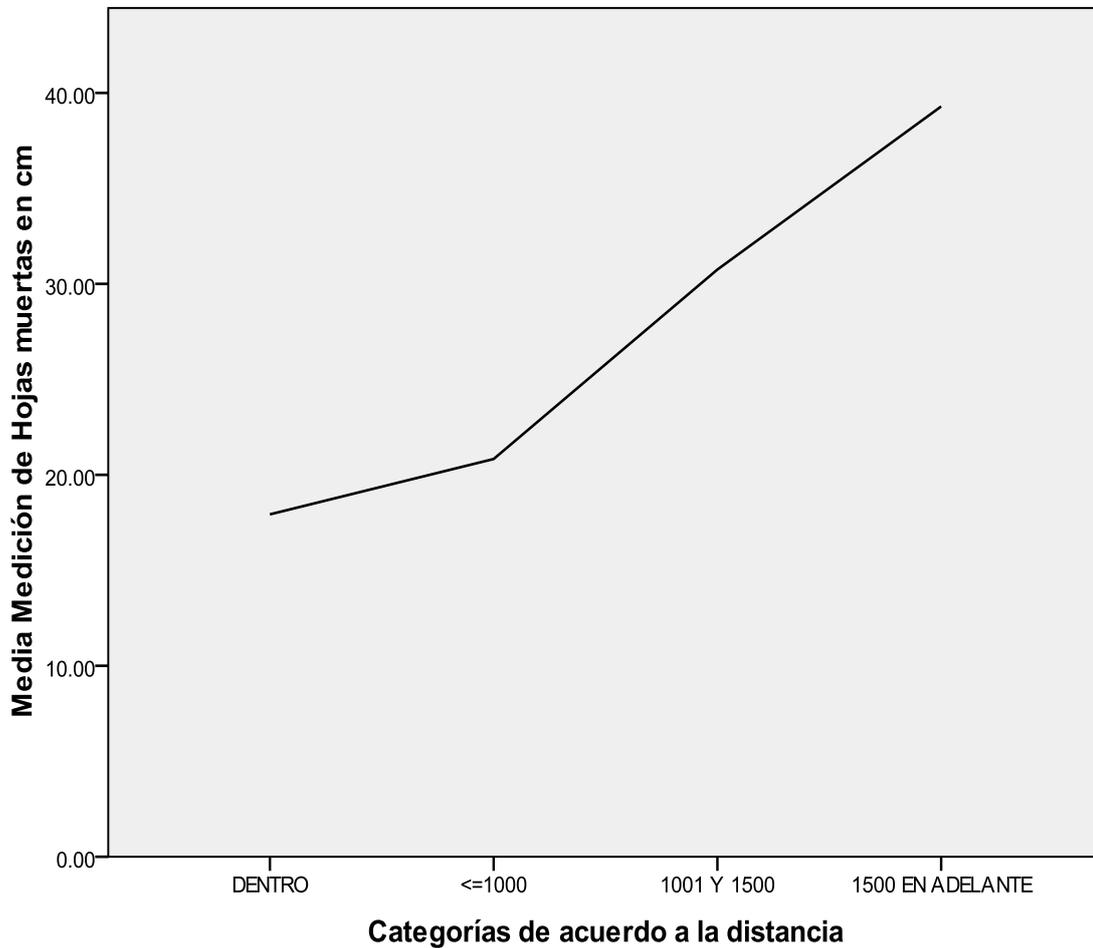
- Para las Hojas muertas.- Se muestra en la tabla 4-5 el análisis para las hojas muertas como son la media, su desviación estándar, mediana, mínimo, rango, etc. para las distintas distancias establecidas, y posteriormente su análisis gráfico.

Gráfico 4-5 Diagrama de cajas medición de hojas muertas



Elaborado por: Margarita Miño

Gráfico 4-6 Relación de la media de medición de hojas muertas con relación a las categorías de distancia



Elaborado por: Margarita Mino

En los gráficos se observa que dentro de la reserva no existe una considerable afectación de hojas muertas. Mientras que ya en todas las categorías de distancia fuera de la reserva aumentaron, por obvias razones las quemadas son generadas mayoritariamente fuera de la reserva; ya que no hay un control inmediato del incendio cuando suceden a diferencia que de los cuadrantes que están cerca de la reserva.

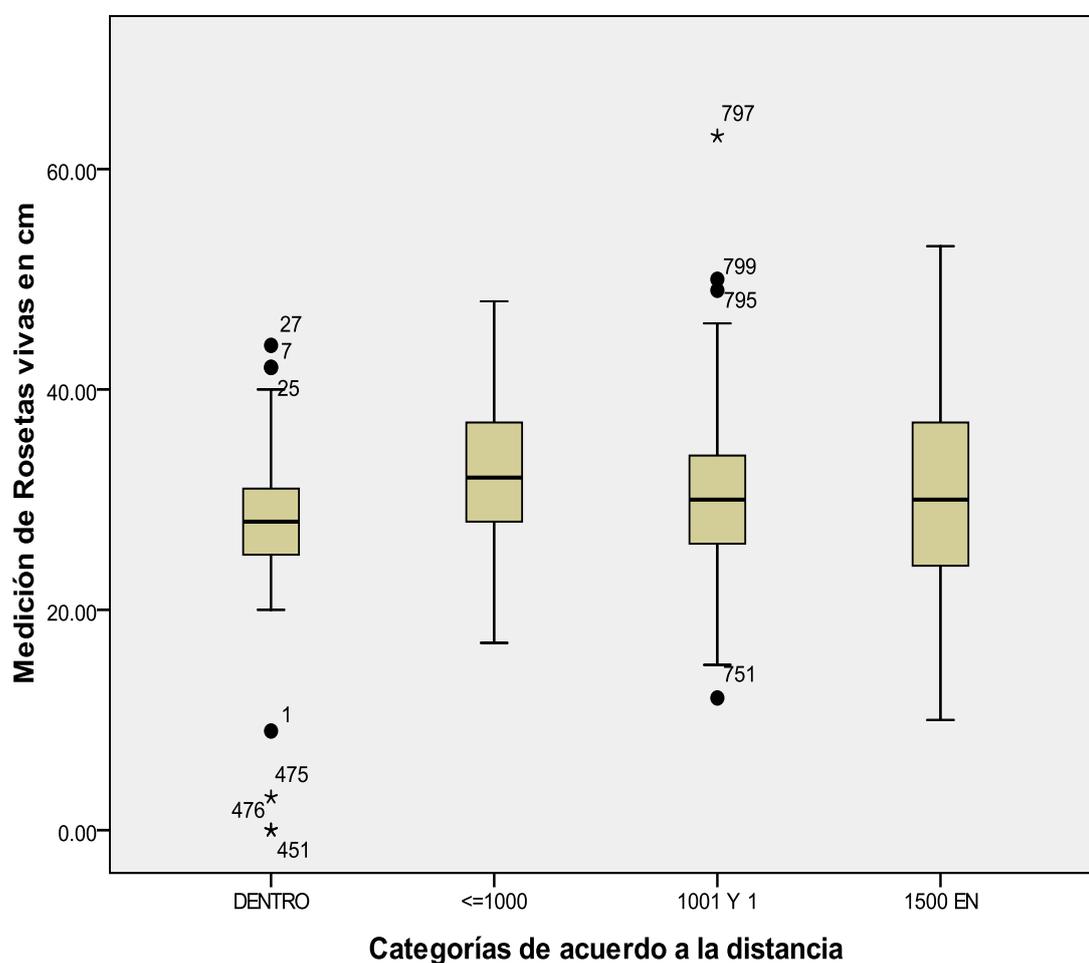
Tabla 4-5 Análisis medición de Hojas muertas

Categorías de acuerdo a la distancia			Estadístico	Error típico	
DENTRO	Media		17.9300	.41124	
	Intervalo de Confianza para la media al 95%	Límite inferior	17.1190		
		Límite superior	18.7410		
	Media recortada al 5%		17.7833		
	Mediana		18.0000		
	Varianza		33.824		
	Desviación típ.		5.81586		
	Mínimo		6.00		
	Máximo		35.00		
	Rango		29.00		
	Amplitud intercuartil		7.00		
	Asimetría		.348		.172
	Curtosis		-.246		.342
<=1000	Media		20.8291	.58803	
	Intervalo de Confianza para la media al 95%	Límite inferior	19.6695		
		Límite superior	21.9887		
	Media recortada al 5%		20.2577		
	Mediana		20.0000		
	Varianza		68.809		
	Desviación típ.		8.29512		
	Mínimo		8.00		
	Máximo		88.00		
	Rango		80.00		
	Amplitud intercuartil		10.00		
	Asimetría		3.007		.172
	Curtosis		20.929		.343
1001 Y 1500	Media		30.7500	2.19706	
	Intervalo de Confianza para la media al 95%	Límite inferior	26.4175		
		Límite superior	35.0825		
	Media recortada al 5%		27.3722		
	Mediana		16.0000		
	Varianza		965.415		
	Desviación típ.		31.07112		
	Mínimo		6.00		
	Máximo		127.00		
	Rango		121.00		
	Amplitud intercuartil		18.50		
	Asimetría		1.658		.172
	Curtosis		1.432		.342
1500 EN ADELANTE	Media		39.2900	2.84169	
	Intervalo de Confianza para la media al 95%	Límite inferior	33.6863		
		Límite superior	44.8937		
	Media recortada al 5%		36.3667		
	Mediana		19.5000		
	Varianza		1615.041		
	Desviación típ.		40.18757		
	Mínimo		6.00		
	Máximo		132.00		
	Rango		126.00		
	Amplitud intercuartil		57.00		
	Asimetría		1.151		.172
	Curtosis		-.459		.342

Elaborado por: Margarita Miño

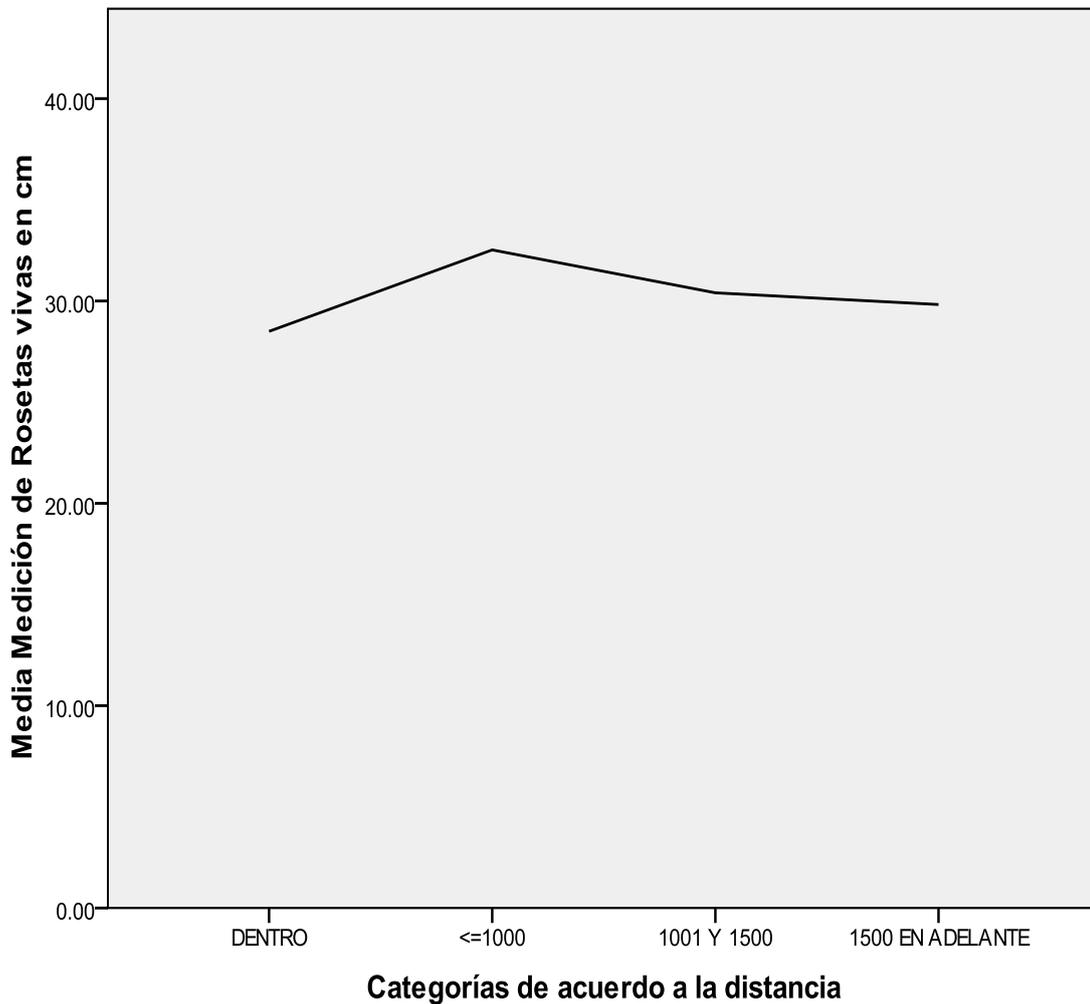
- Para roseta viva.- Se muestra en la tabla 4-6 el análisis para la roseta viva como son la media, su desviación estándar, mediana, mínimo, rango y máximo para las distintas distancias establecidas, y posteriormente su análisis gráfico.

Gráfico 4-7 Diagrama de cajas medición rosetas vivas



Elaborado por: Margarita Miño

Gráfico 4-8 Relación de la media de medición roseta viva con relación a las categorías de distancia



Elaborado por: Margarita Miño

En los gráficos se observa que la roseta viva es la característica morfológica de la *Espeletia* que se mantiene constante dentro y fuera de la reserva. Esto se debe a que la roseta es la parte más alta del frailejón, por eso el fuego no llega a esta parte regularmente. En una quema las hojas muertas protegen a la roseta viva y evitan que se concentre el fuego en esta parte. También es por la velloidad de sus hojas no la hacen tan vulnerable al fuego.

Tabla 4-6 Análisis medición de rosetas vivas

Categorías de acuerdo a la distancia			Estadístico	Error típico
DENTRO	Media Intervalo de Confianza para la media al 95% Media recortada al 5% Mediana Varianza Desviación típ. Mínimo Máximo Rango Amplitud intercuartil Asimetría Curtosis	Límite inferior Límite superior	28.5000 27.6190 29.3810 28.6444 28.0000 39.920 6.31820 .00 44.00 44.00 6.00 -.848 4.633	.44676 .172 .342
<=1000	Media Intervalo de Confianza para la media al 95% Media recortada al 5% Mediana Varianza Desviación típ. Mínimo Máximo Rango Amplitud intercuartil Asimetría Curtosis	Límite inferior Límite superior	32.5253 31.6190 33.4315 32.4770 32.0000 41.814 6.46638 17.00 48.00 31.00 9.00 .107 -.485	.45955 .173 .344
1001 Y 1500	Media Intervalo de Confianza para la media al 95% Media recortada al 5% Mediana Varianza Desviación típ. Mínimo Máximo Rango Amplitud intercuartil Asimetría Curtosis	Límite inferior Límite superior	30.4040 29.4857 31.3223 30.2413 30.0000 42.932 6.55228 12.00 63.00 51.00 8.00 .639 2.921	.46565 .173 .344
1500 EN ADELANTE	Media Intervalo de Confianza para la media al 95% Media recortada al 5% Mediana Varianza Desviación típ. Mínimo Máximo Rango Amplitud intercuartil Asimetría Curtosis	Límite inferior Límite superior	29.8250 28.6591 30.9909 29.9056 30.0000 69.914 8.36146 10.00 53.00 43.00 13.00 -.058 -.547	.59124 .172 .342

Elaborado por: Margarita Miño

4.1.2 ANÁLISIS DE LA RELACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS FRAILEJONES CON EL AÑO ESTIMADO DE QUEMA.

Este análisis proporcionó información sobre la capacidad de sobrevivencia del frailejón con el pasar de los años y su adaptación frente a al impacto de las quemas, dándole así un indicio de un bioindicador en tolerancia al fuego. Se tomo cinco años distintos para su análisis: 2005, 2006, 2007, 2008 y 2009 de los cuales el programa excluyo algunas mediciones pero no significativas con un porcentaje menor al 5 %. Cada año con 800 individuos de frailejones.

A continuación se muestra en la tabla 4-7 el total de datos considerados para el análisis estadístico de las cuatro variables medidas en el trabajo de campo considerando la categoría de acuerdo a los años de quema.

Tabla 4-7 Procesamiento de los datos en relación a los años de quema

	Casos					
	Incluidos		Excluidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Medicion del tallo en cm * Año estimado de la quema	799	99.9%	1	.1%	800	100.0%
Medicion de la base en cm * Año estimado de la quema	800	100.0%	0	.0%	800	100.0%
Medición de Hojas muertas en cm * Año estimado de la quema	799	99.9%	1	.1%	800	100.0%
Medición de Rosetas vivas en cm * Año estimado de la quema	796	99.5%	4	.5%	800	100.0%

Elaborado por: Margarita Miño

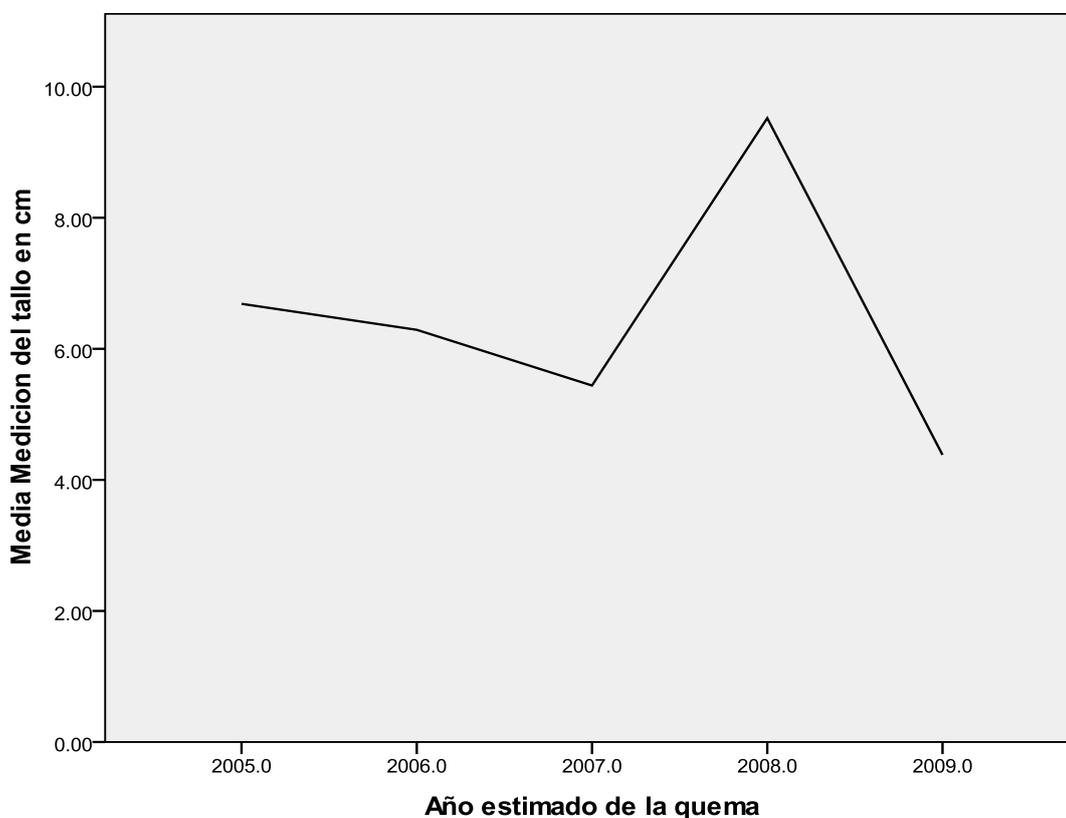
Con los datos totales procesados se analizó la muestra total de los datos por categoría con su respectiva media, mínimo, máximo para las 4 variables independientes que son el tallo, bases muertas, hojas muertas y roseta viva como se muestra en la tabla 4-8.

Tabla 4-8 Análisis de acuerdo a los años de quema

Resúmenes de casos

Año estimado de la quema		Medición del tallo en cm	Medición de la base en cm	Medición de Hojas muertas en cm	Medición de Rosetas vivas en cm
2005.0	N	150	150	150	149
	Media	6.6867	78.3600	21.9533	29.7785
	Mínimo	.00	25.00	9.00	.00
	Máximo	75.00	110.00	45.00	48.00
2006.0	N	200	200	200	198
	Media	6.2900	75.0750	22.5500	29.3889
	Mínimo	.00	19.00	6.00	15.00
	Máximo	30.00	114.00	88.00	48.00
2007.0	N	50	50	49	49
	Media	5.4400	85.1000	15.7347	31.9388
	Mínimo	.00	52.00	8.00	21.00
	Máximo	21.00	117.00	28.00	45.00
2008.0	N	100	100	100	100
	Media	9.5200	81.1800	15.4300	30.9400
	Mínimo	.00	40.00	6.00	9.00
	Máximo	30.00	118.00	32.00	44.00
2009.0	N	299	300	300	300
	Media	4.3813	66.9433	38.7400	30.7000
	Mínimo	.00	.00	6.00	10.00
	Máximo	40.00	130.00	132.00	63.00
Total	N	799	800	799	796
	Media	6.0013	74.0313	27.2078	30.3078
	Mínimo	.00	.00	6.00	.00
	Máximo	75.00	130.00	132.00	63.00

Elaborado por: Margarita Miño

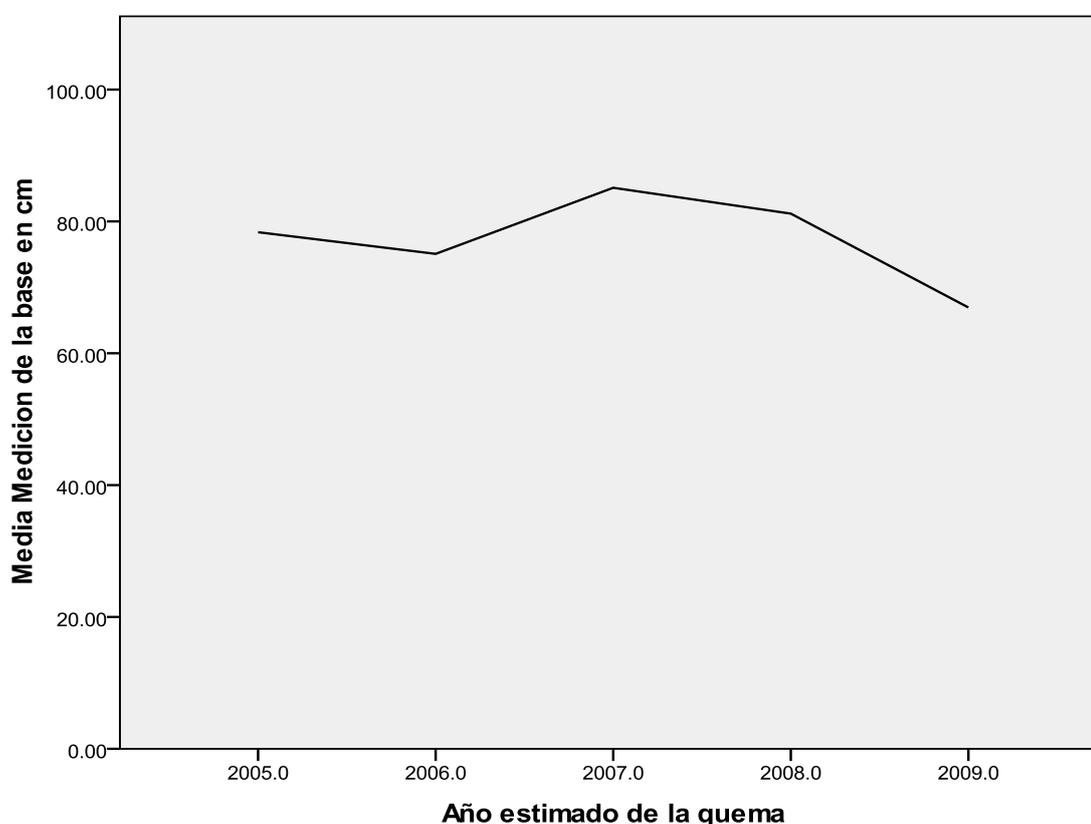
Gráfico 4-9 Relación de la media de medición del tallo con año estimado de la quema

Elaborado por: Margarita Miño

En el gráfico 4-9 se observa que la media del tallo del año 2005 al 2006 se mantiene más o menos constante entre 6 y 7 cm., en el año 2007 aumenta considerablemente el tamaño del tallo debido a que en los anteriores años hubo pocas quemas y esto ayudo a su crecimiento. Pero en a partir del año 2008 donde hay más quemas bajo su tamaño considerablemente disminuyendo su sobrevivencia frente al fuego debido a que como hubo quemas constantes frenó su crecimiento.

Según Bustos 2008, el 2007 fue un año de cambio sustancial, sobre el fenómeno de los incendios y quemas de la cobertura vegetal. A pesar de que este año presenta algunos eventos, estos no son significativos en cuanto a extensión. Las razones se deben a nuevas políticas de gestión implementadas en la REEA.

Gráfico 4-10 Relación de la media de medición de bases muertas con año estimado de la quema

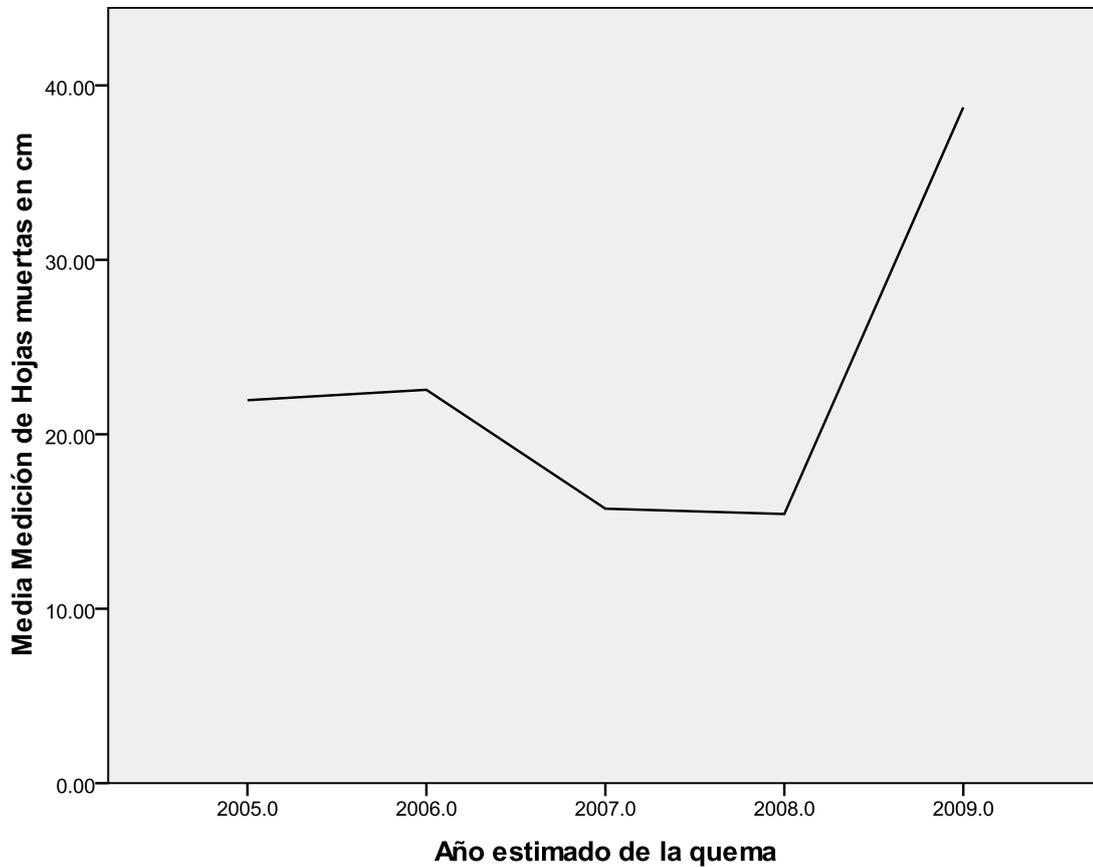


Elaborado por: Margarita Miño

En el gráfico 4-10 se observa que la media de las bases muertas en el 2005 al 2007 se mantiene más o menos constante entre 7,5 y 8,5 cm. mientras que a partir del año 2008 decaen en tamaño pero no es significativo. Cabe recalcar también que no hay mucha relación es decir no se nota un impacto considerado en el tallo y en las bases muertas

A esto se debe a que las bases muertas en un frailejón es la biomasa acumulada de las hojas que van muriendo, en la planta esto cubre gran parte del tallo. Esto evita que muera la planta, le ayude a sobrevivir y adaptarse a los cambios generados después de una quema.

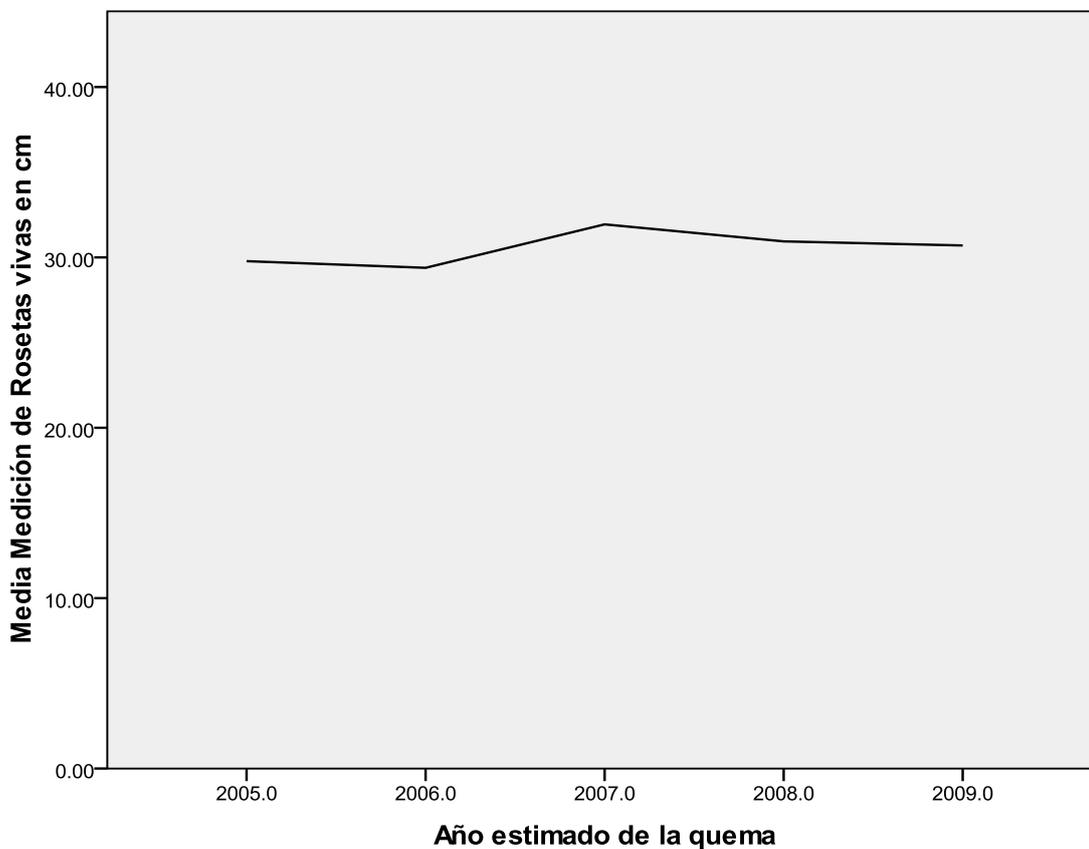
Gráfico 4-11 Relación de la media de medición de bases muertas con año estimado de la quema



Elaborado por: Margarita Miño

En el gráfico 4-11 se observa que la media de las hojas muertas que a partir del año 2005 van disminuyendo poco a poco, pero a partir del año 2008 y 2009 aumentan considerablemente. Esto se debe a que en los últimos años hubo la mayoría de quemas según los registros del cuerpo de Bomberos de la ciudad de El Ángel.

Gráfico 4-12 Relación de la media de medición de bases muertas con año estimado de la quema



Elaborado por: Margarita Miño

En el gráfico 4-12 se observa que la media de la roseta viva en todos los años de quema se mantiene constante. Esto se debe a que las hojas muertas que soportaron el mayor efecto de la quema ayudaron a que sobreviva la roseta viva con el pasar del tiempo. La característica primordial que le da fortaleza a la roseta viva es que casi siempre va estar protegida por las hojas muertas lo que lo hace menos vulnerable a diferencia de las otras características morfológicas por lo tanto está característica es la de menor impacto que sufre el frailejón.

4.1.3 ANÁLISIS DE HIPÓTESIS

Las hipótesis permiten pensar en que tipos de datos recolectar, como deben ser analizados y cómo interpretar los resultados del análisis.

En este caso se realizó la prueba T de Students para muestras independientes esta opción debe utilizarse cuando la comparación se realice entre las medias de dos poblaciones independientes (los individuos de una de las poblaciones son distintos a los individuos de la otra).

La T de student es una prueba paramétrica de comparación de dos muestras independientes, que debe cumplir las siguientes características:

- Asignación aleatoria de los grupos
- Homocedasticidad (homogeneidad de las varianzas de la variable dependiente de los grupos)
- Distribución normal de la variable dependiente en los dos grupos

Su función es comparar dos grupos de puntuaciones (medias aritméticas) y determinar que la diferencia no se deba al azar (que la diferencia sea estadísticamente significativa).

PRUEBA T (T DE STUDENTS) PARA MUESTRAS INDEPENDIENTES.

Compara la misma variable pero en 2 segmentos diferentes.

Estadísticos de grupo

Categorías de acuerdo a la distancia		N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
Medición del tallo en cm	DENTRO	200	9.4350	8.07414	.57093
	<=1000	200	5.2600	7.09253	.50152

Elaborado por: Margarita Miño

Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
									95% Intervalo de confianza para la diferencia	
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	Inferior	Superior
Medición del tallo en cm	Se han asumido varianzas iguales	1.427	.233	5.494	398	.000	4.17500	.75992	2.68104	5.66896
	No se han asumido varianzas iguales			5.494	391.495	.000	4.17500	.75992	2.68097	5.66903

Elaborado por: Margarita Miño

$$H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2$$

$$H_0: \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$$

Los resultados que SPSS muestra vienen en dos tablas: la primera, Estadísticos de grupo, incluye el tamaño muestral, la media, la desviación típica y el error estándar de la media. En la segunda se efectúa la prueba t.

En la segunda tabla en primer lugar se muestra el resultado para la prueba de Levene de igualdad de varianzas. Si éste es estadísticamente significativo, se asume que las varianzas no son iguales y entonces se toma los datos de la comparación de medias de la fila inferior (No se han asumido varianzas iguales). Si el test de Levene no es significativo, se asume igualdad de varianzas y se queda con los datos de la fila superior.

Los datos que el procedimiento nos muestra son:

- t: estadístico utilizado para el contraste de hipótesis.
- gl: número de grados de libertad del estadístico t. Cuando se asumen varianzas iguales, gl es igual a $(n_1 + n_2 - 2)$, pero cuando las varianzas no son iguales hay que calcularlo de otras formas. Este valor será menor que el anterior porque se pierde precisión con la desigualdad de las varianzas.
- Sig. (bilateral): valor p de significación estadística obtenido para el contraste de hipótesis.
- Diferencia de medias: estimador puntual de la diferencia de medias.
- Error típ. de la diferencia: valor del error estándar de la diferencia de medias (obtenido a partir de los errores estándar de la tabla superior).
- Intervalo de confianza para la media: límites inferior y superior del intervalo de confianza que valora la precisión de la estimación que se está realizando para la diferencia de medias.

Según la tabla:

Ho: Las varianzas de la variable dependiente en los grupos son iguales.

Con varianzas iguales implica misma cantidad de datos para la segmentación.

Como 23.3% es mayor que 5% trabajo con varianzas iguales.

El promedio de los datos dentro con los datos fuera no son iguales. Es decir, se rechaza la hipótesis nula.

ANÁLISIS ANOVA

ANOVA

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Medición del tallo en cm	Inter-grupos	3775.483	3	1258.494	24.568	.000
	Intra-grupos	40723.515	795	51.225		
	Total	44498.999	798			
Medición de la base en cm	Inter-grupos	20981.774	3	6993.925	10.497	.000
	Intra-grupos	530382.445	796	666.310		
	Total	551364.219	799			
Medición de Hojas muertas en cm	Inter-grupos	57017.621	3	19005.874	28.302	.000
	Intra-grupos	533865.891	795	671.529		
	Total	590883.512	798			
Medición de Rosetas vivas en cm	Inter-grupos	1675.666	3	558.555	11.475	.000
	Intra-grupos	38551.926	792	48.677		
	Total	40227.592	795			

Elaborado por: Margarita Miño

Como 0 es menor que 5% no puede compararse el promedio de los datos de las mediciones con las diferentes distancias.

Se compara la misma variable pero en 3 segmentos diferentes

Prueba de homogeneidad de la varianza

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Medición del tallo en cm	Basándose en la media	7.611	3	795	.000
	Basándose en la mediana.	6.199	3	795	.000
	Basándose en la mediana y con gl corregido	6.199	3	763.936	.000
	Basándose en la media recortada	7.670	3	795	.000

Elaborado por: Margarita Miño

3 g.l es por 3 variables, la prueba F trabaja con 2 grados de libertad y 95% de confianza (ya no hay 2 colas en F)

G.L es el nivel de exactitud para la estimación.

Se calcula el valor de la distribución $F(0.95,3,795)=2.62$

7.611 cae fuera de 2.62 y por lo tanto se demuestra que 0 es menor que 5%.

Por lo tanto las varianzas no son iguales, esto es, cuando la prueba de Levene es significativa ($p < 0,05$).

Es decir se contrasta la hipótesis planteada en el estudio realizado que las quemas si afectan a las características morfológicas de los frailejones.

4.2 CRECIMIENTO

Al inicio de la temporada se midieron las hojas recién formadas (hojas de 5 cm) de 25 individuos en dos sitios un sitio con quema y otro sin quema y se marcaron con pintura indeleble para observar su crecimiento a lo largo de los 6 meses de estudio.

Posteriormente se registró el número de hojas producidas a partir de las primeras hojas marcadas y también se midió el tallo nuevo que se genero con las hojas. Las hojas menos de 5 cm. no se midieron. Los sitios de marcaje y monitoreo fueron seleccionados en base a los mapas generados por (Bustos, 2008).

4.2.1 ANÁLISIS ESTADÍSTICO CRECIMIENTO

Con la información recopilada de las mediciones del tallito nuevo y el conteo de las hojas total generadas en el lapso de tiempo acordado se realizó un análisis de la varianza ANOVA.

ANOVA NO PARAMETRICOS PARA LA REMEDIACIÓN DE HOJAS

Cuando son menos de 30 datos y no cumplen normalidad=pruebas no paramétricas

Rangos

CARACTERISTICAS		N	Rango promedio	Suma de rangos
NÚMERO_DE_HOJAS	CON QUEMA	25	37.00	925.00
	SIN QUEMA	25	14.00	350.00
	Total	50		
TALLO_EN_CM	CON QUEMA	25	30.00	750.00
	SIN QUEMA	25	21.00	525.00
	Total	50		

Elaborado por: Margarita Miño

Estadísticos de contraste^a

	NÚMERO DE HOJAS	TALLO EN_CM
U de Mann-Whitney	25.000	200.000
W de Wilcoxon	350.000	525.000
Z	-5.964	-2.378
Sig. asintót. (bilateral)	.000	.017

a. Variable de agrupación: CARACTERISTICAS

Elaborado por: Margarita Miño

El valor de -5.964 está fuera del intervalo de -1.96;1,96 por lo que, el numero de hojas con quema no es igual a sin quema con 95% de confianza, al igual que el valor de de -2.38 ; 2,38 del crecimiento del tallo.

Tras hacer un pequeño resumen de los casos procesados a través de sus estadísticos descriptivos (tamaño muestral, media, desviación típica y valores máximo y mínimo), el programa SPSS procesa la información contenida en la variable cuantitativa en cada grupo, y calcula varios estadísticos de contraste. Lo que se debe interpretar es la Sig. Asintótica (bilateral), que en este caso es 0 para el número de hojas y 0.017 para la medición del tallo y lleva a concluir

que se rechaza la hipótesis nula , esto se comprueba con la Prueba de Kruskal-Wallis.

Estadísticos de contraste^{a,b}

	NÚMERO DE HOJAS	TALLO EN CM
Chi-cuadrado	35.571	5.657
gl	1	1
Sig. asintót.	.000	.017

a. Prueba de Kruskal-Wallis

b. Variable de agrupación:
CARACTERÍSTICAS

Elaborado por: Margarita Miño

Para la prueba de Kruskal-Wallis¹⁸ el valor de 0 es menor que 5% por lo tanto se rechaza la hipótesis de igualdad de valores, para los datos con quema frente a los datos sin quema. Es decir los valores de los datos con quema no son iguales a los sin quema con un 95% de confianza. Esto significa que no hay una diferencia en lo que es con quema y sin quema.

¹⁸ La **prueba de Kruskal-Wallis** (de William Kruskal y W. Allen Wallis) es un método no paramétrico para probar si un grupo de datos proviene de la misma población. Intuitivamente, es idéntico al ANOVA con los datos reemplazados por categorías. Es una extensión de la prueba de la U de Mann-Whitney para 3 o más grupos. Ya que es una prueba no paramétrica, la prueba de Kruskal-Wallis no asume normalidad en los datos, en oposición al tradicional ANOVA. Sí asume, bajo la hipótesis nula, que los datos vienen de la misma distribución.

ANOVA

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
NÚMERO_DE_HOJAS	Inter-grupos	8528.180	1	8528.180	97.916	.000
	Intra-grupos	4180.640	48	87.097		
	Total	12708.820	49			
TALLO_EN_CM	Inter-grupos	42.689	1	42.689	4.385	.042
	Intra-grupos	467.242	48	9.734		
	Total	509.931	49			

Elaborado por: Margarita Miño

0% es menor que 5% por lo tanto las varianzas no son iguales.

Prueba de muestras independientes

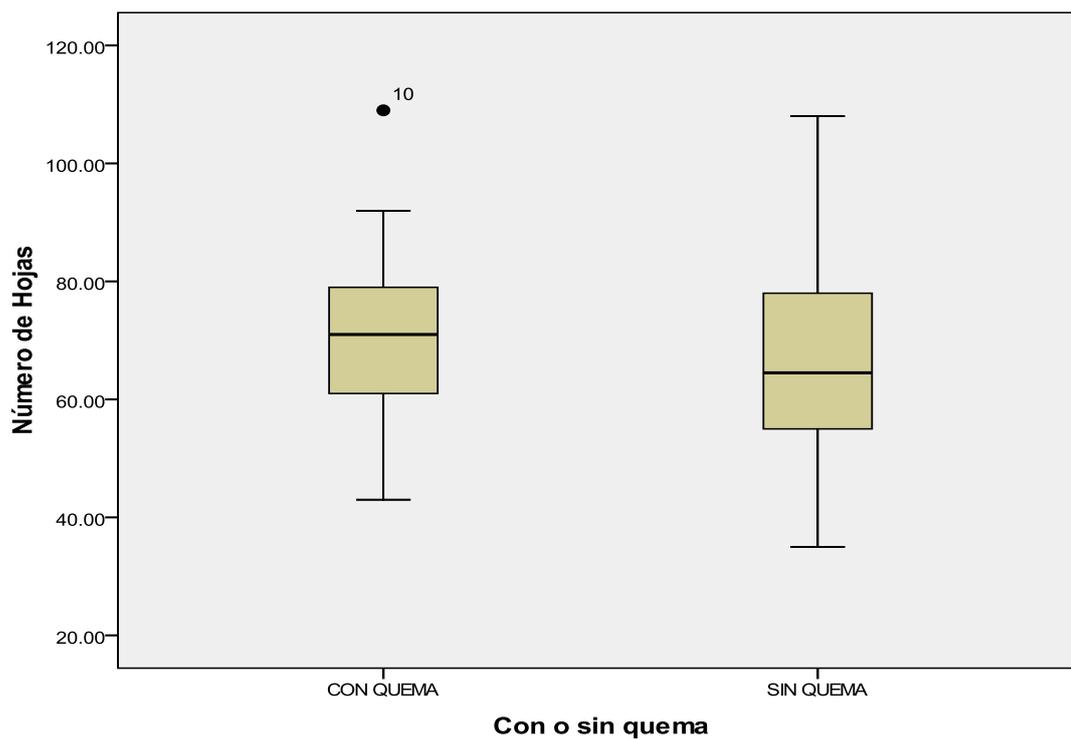
		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
								95% Intervalo de confianza para la diferencia		
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error t.p. de la diferencia	Inferior	Superior
NÚMERO_DE_HOJAS	Se han asumido varianzas iguales	28.989	.000	9.895	48	.000	26.12000	2.63965	20.81264	31.42736
	No se han asumido varianzas iguales			9.895	24.000	.000	26.12000	2.63965	20.67204	31.56796
TALLO_EN_CM	Se han asumido varianzas iguales	42.104	.000	2.094	48	.042	1.84800	.88246	.07369	3.62231
	No se han asumido varianzas iguales			2.094	24.000	.047	1.84800	.88246	.02669	3.66931

Elaborado por: Margarita Miño

El valor de cero implica que las varianzas no son iguales es decir hay una diferencia significativa para los datos del número de hojas y tallo con quema y

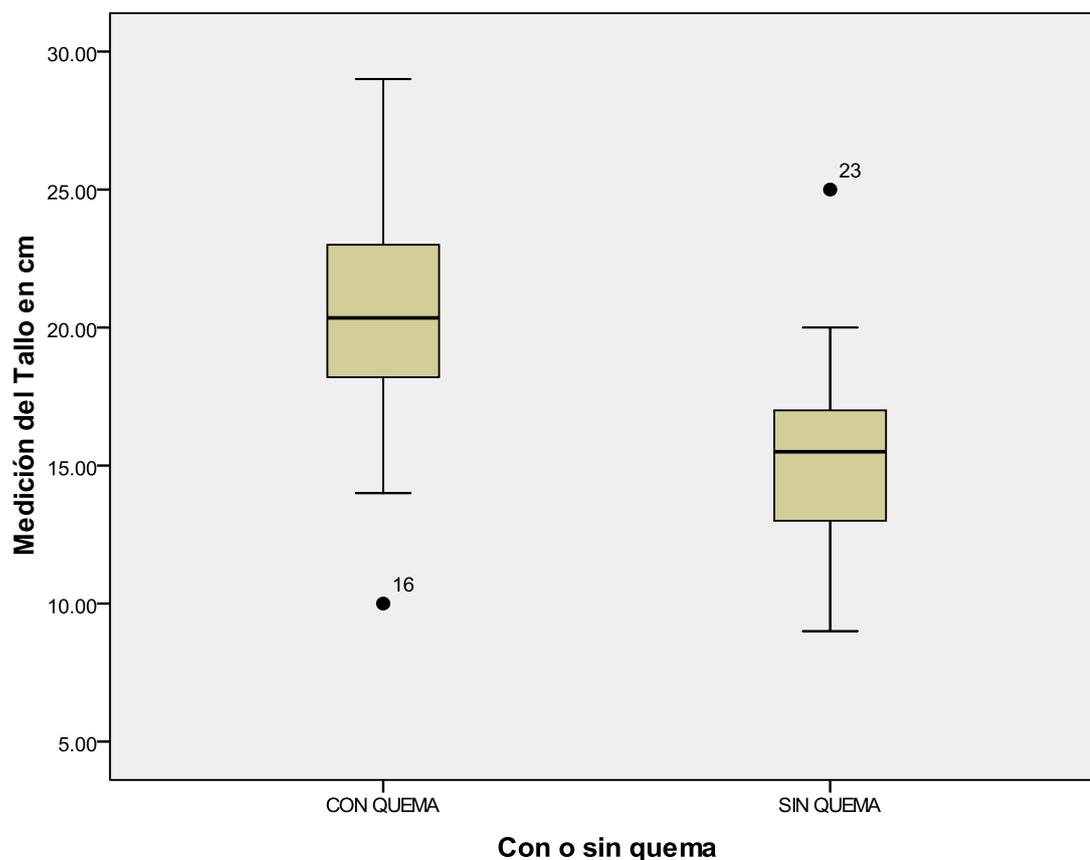
sin quema con el 95 % de confianza. Lo cual indica que la diferencia tanto de número de hojas como crecimiento del tallo si se ven afectadas por la quema significativamente en relación a las con quema.

Gráfico 4-13 Diagrama de cajas. Relación del número de hojas con quema y sin quema



Elaborado por: Margarita Miño

Gráfico 4-14 Diagrama de cajas. Relación de la medición del tallo con quema y sin quema



Elaborado por: Margarita Miño

En los gráficos se observa que en cuanto al número de hojas con quema hubo un crecimiento no considerable pero si positivo para el lapso de tiempo que paso después de la quema; sin quema se mantuvo constante, esto debido a que como no hay afectación de cobertura vegetal se mantiene constante a diferencia que cuando hay quema la planta tiende un crecimiento y sobrevivencia rápida para conservar su estado natural.

En cuanto al tallo con quema se generó rápidamente y tiende a crecer más en los seis meses en los que se espero para que creciera el frailejón mientras que sin quema permanece constante al igual que las hojas sin quema.

En los gráficos de tallo y hojas con quema y sin quema con datos de medias de mediciones tomadas en el campo después de los seis meses transcurridos

después del marcaje da como conclusión que las características morfológicas del frailejón se adaptaron a las condiciones del ambiente en este caso la quema para poder crecer y desarrollarse aún estando afectadas.

4.3 EFECTIVIDAD COMO BIOINDICADOR

Las plantas y animales, varían en su capacidad para soportar o tolerar los diferentes factores abióticos. Los frailejones son un bioindicador clave en tolerancia al fuego debido a su alta adaptación a los factores ambientales tales como el frío, fuego y otros.

La tolerancia de estas especies al factor fuego fue estudiada bajo condiciones casi normales dentro de la reserva y afectadas fuera de la reserva específicamente en la zona de amortiguamiento donde de acuerdo a los análisis estadísticos se comprobó claramente su efectividad de adaptación y sobrevivencia en respuesta a las variaciones del factor fuego con distintas edades de quema. Las condiciones no óptimas respecto al factor fuego reducen los límites de tolerancia del frailejón con respecto a otros factores ecológicos.

Las pruebas estadísticas fueron determinantes al dar como resultado la afectación de la quema en los frailejones es decir contrarrestar la hipótesis planteada de que la sobrevivencia y crecimiento varían dependiendo de la quema, esto hace que el frailejón pueda ser utilizado como bioindicador de afectación en la cobertura vegetal. La distancia también es una característica determinante para que sea un bioindicador ya que mientras más alejadas las poblaciones de *Espeletia* de la REEA hay más afectación.

Las amenazas de quema influyen a las poblaciones de frailejones y esto lo hacen un bioindicador ya que responde a diferentes grados de presión.

5. CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- El páramo es un ecosistema muy frágil y por esto poco productivo, resulta ser lo contrario, en términos de cantidad de productos y servicios ambientales que brinda. A pesar de la gran altitud, la variedad de posibilidades productivas es notable. Las limitaciones y amenazas sobre este ecosistema es constante dentro de un área protegida como en su zona de amortiguamiento. La propia gente del páramo, en muchos casos marginalizada, muy pobre y carente de alternativas, atenta contra su propia supervivencia subiendo la frontera agrícola, no toma conciencia de que estas actividades afectan, de manera indirecta pero trascendental. El turismo, que bien manejado puede ser una alternativa excelente tanto para la conservación del ecosistema como también como para la gente de la localidad mejorando sus ingresos económicos tal es el caso del turismo comunitario. El carbono almacenado en los suelos del páramo contribuye a mitigar el efecto invernadero, pero no existe todavía un mecanismo que permita que éste entre como un bien de mercado y sea una alternativa económica para la gente del páramo.
- En el Ecuador 14 de las 35 áreas protegidas protegen el ecosistema páramo, las condiciones culturales asociadas a cada una de estas áreas difiere de la situación local para lo cual se necesita hacer un diagnóstico que identifique la principal afectación a este ecosistema que son las quemadas. Con este estudio realizado se comprobó claramente que las quemadas afectan a la población de especies de páramo para lo cual es necesario afianzar procesos tales como la participación local, un marco legal o una estructura de trabajo previamente establecida en la zona.

- Los frailejones presentan una serie de adaptaciones a las drásticas condiciones climáticas de las alturas andinas (frío, alta irradiación UV, estacionalidad diaria, escasez fisiológica de agua) tales como una vellosidad abundante en las hojas y hojas muertas protegiendo el tallo, que es generalmente único. Esto ayudo determinar la influencia de la distancia de un área nacional protegida con distintos factores o cualidades que tiene esta especie. El porcentaje de cobertura vegetal disminuyó en las zonas de amortiguamiento en relación a lo que es dentro de la reserva que no fue tan afectada por las quemas, la característica morfológica de esta especie que más se adaptó y sobrevivió a las quemas fue la roseta y el tallo que al estar protegidas por las hojas muertas y bases ayudan a que puedan sobrevivir. Para el crecimiento de las hojas sin quema se mantuvieron constantes y las hojas con quema en el transcurso del tiempo establecido lograron un regeneramiento significativo en cuanto al número de hojas que volvieron a producirse pero con el tallo nuevo la diferencia no fue tan significativa esto es debido a que el tallo es más sensible y necesita más tiempo para su regeneración. En cuanto a la relación a años de quema y las características de *Espeletia*, el mayor impacto a nivel de todas las características se produce en los últimos años esto es debido a la amenaza poblacional, agrícola, entre otros, que avanza cada vez más de la zona de amortiguamiento hacia dentro de la reserva.
- Las quemas si afectan por cada característica morfológica de *Espeletia* pero de distintas maneras. La característica más afectada es el tallo y las hojas muertas. Es decir las diferentes características morfológicas de *Espeletia* (tallo, bases muertas, hojas muertas y roseta viva) difieren en el tiempo y el paramo logra regenerarse. Por esta razón es posible utilizar a esta especie de planta como bioindicador del estado de

conservación de este ecosistema, en especial en programas como Socio Páramo que están ejecutándose en el país.

- La distancia si afecta a los individuos de *Espeletia picnophylla*, mientras más alejada las poblaciones de frailejones más amenazados, la principal causa es la expansión de la frontera agrícola impulsada por las quemas. Esto indica que las zonas de amortiguamiento en las áreas protegidas son efectivas para mitigar los impactos en las áreas protegidas y en especial en la REEA.

5.2 RECOMENDACIONES

- Para conservación de los páramos se han creado algunas reservas y se están haciendo esfuerzos por conservar estas áreas e incluso revertirlas a su estado original. Como medida de conservación de los páramos, centrar los esfuerzos alrededor de un recurso unificador y designa como el más apropiado al recurso agua, debido a que es ampliamente utilizado por diferentes actores. Para asegurar de las funciones ecológicas e hídricas de los páramos es necesario concientizar a la población circundante del páramo de las actividades agrícolas, quemas, ganadería intensiva, entre otras. Por lo que se recomienda que las prácticas de manejo deben estar espacialmente diversificadas, es decir, satisfacer los requisitos de una función en una localidad y las otras en otro lugar. Proponiendo, como la medida más conveniente para mantener la sostenibilidad, que se respete la zona de amortiguamiento que ayuda a la conservación de la reserva. La actividad turística bien maneja que ofrezca lugares intactos que a la vez se estaría garantizando las funciones ecológicas e hídricas al no producir consecuencias graves sobre estos ecosistemas y se obtendría réditos económicos y fuentes de trabajo.

- Es necesario reconocer a todos los actores: comunidad, propietarios, instituciones públicas y privadas que tienen que asumir el manejo, conservación y preservación de la REEA, estableciendo funciones y responsabilidades. Que los gobiernos locales y las empresas que utilizan los recursos deben integrar y consolidar áreas como patrimonio de los gobiernos locales y velar por la integridad a través de ordenanzas que controlen la explotación de los recursos, monitoreo y vigilancia, capacitación.
- Al ser la REEA una reserva asentada sobre los terrenos privados de propietarios individuales y comunales, el establecimiento y ejecución de políticas del uso del fuego debe ir de la mano con políticas que regulen la propiedad de tierras y su uso, permitiendo así que los dueños puedan hacer uso de sus predios, generando productividad en el campo ganadero o agrícola, sin provocar cambios definitivos ni pérdidas en el medio natural.
- Es necesario el fomentar la realización de estudios que complementen información sobre la amenaza existente en este ecosistema natural y su respuesta frente al fuego, ya que no se puede generalizar los efectos beneficiosos o perniciosos de los incendios en el ecosistema de páramo. Especialmente en enfrentamiento al fenómeno del Cambio Climático que está produciendo períodos más largos de sequía lo que ocasionan más vulnerabilidad a la REEA frente a los incendios.
- Mediante el programa de Socio Bosque y su capítulo Socio Páramo que consiste en un incentivo monetario directo entregado anualmente por el Gobierno a propietarios individuales de bosque nativo y otras formaciones vegetales nativas, o comunidades indígenas, quienes voluntariamente han decidido proteger su bosque. Buscar mediante este programa la protección del páramo de frailejones, reduciendo las

quemados asegurando su protección y conservación por las mismas personas o comunidades que habitan cerca de este páramo mejorando así sus condiciones de vida. Realizar campañas ambientales de conservación para que la población conozca más de este programa y se involucre y participe en la conservación del bosque y proteger los servicios ambientales que brinda este.

- Los incendios en la vegetación son difícil de detenerlos, un incendio no cesa fácilmente, es por eso que la principal recomendación frente a esta amenaza es que debería ampliarse o tipificarse la zona de amortiguamiento, pero que existan leyes que puedan sancionar a los infractores o les motive a realizar quemados controlados, porque de lo contrario se quema fuera de la REEA y fácilmente llega el incendio al área protegida.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Alcaraz, F. 2010. Incendios y Vegetación. Universidad de Murcia.
- Boada, C, y J. Campaña (Eds.). 2008. Composición y diversidad de la flora y la fauna en cuatro localidades en la provincia del Carchi. Un reporte de las evaluaciones ecológicas rápidas. EcoCiencia y GPC. Quito.
- Bustos A., 2008. Propuesta metodológica para monitorear incendios en áreas protegidas. Aplicado a la Reserva Ecológica el Angel. Tesis. PUCE.
- Cevallos, M. 2008, Gestión Ambiental y Sostenibilidad, Desarrollo sostenible y corredores biológicos en las zonas de amortiguamiento.
- Coello, F., et al. 1994. Plan de Manejo Reserva Ecológica El Ángel. PRONADER. Ecuador.
- Crissman, C. 2001. La agricultura y ganadería en los páramos. Serie páramo. GTP/ Abya Ayala. Quito.
- Grupo de Asesoría Técnica –GAT- de la REEA 2008, Plan de Contingencia para incendios en la Reserva Ecológica El Ángel, Carchi, Ecuador. Corporación Grupo Randi Randi.
- Luteyn, J. L. 1999. Páramos: A checklist of plant diversity, Geographic Distribution and Botanical Literature. Memoirs of The New York Botanical Gardens. Vol. 84.
- Hall, M. 1997. El volcanismo en el Ecuador. Instituto Panamericano de Geografía e Historia. Quito.
- Hofstede, R Y P. Mena, 2000. Los beneficios escondidos de los páramos: servicios ecológicos e impacto humano.
- Medina, G. 2000. Los páramos: opciones para el futuro. Terra Incógnita. Quito.
- Mena, P., Medina, Hofstede. 2001. Los páramos del Ecuador, particularidades, Problemas y perspectivas. Proyecto Páramo. Abya Yala. Quito-Ecuador.

- Mena Vásconez, P. y G. Medina. 2001. La biodiversidad en los Páramos en el Ecuador, pp. 27-52, en *Los páramos de Ecuador. Particularidades, Problemas y Perspectivas*, editado por Mena, P., G. Medina y R. Hofstede. Abya Yala/Proyecto Páramo. Quito.
- Ministerio del Ambiente, 2008. Plan de manejo de la Reserva Ecológica El Ángel. Quito
- Ramsay, P., 2001. The Ecology of Volcán Chiles. High-altitude Ecosystems on the Ecuador-Colombia Border. Edited by Paul M. Ramsay. Department of Biological Sciences, University of Plymouth, Plymouth.
- Sánchez A., 2004. Análisis morfométrico y demográfico de *Espeletia pycnophylla* Cuatrecasas, en un gradiente altitudinal Provincia del Carchi-Ecuador. Tesis. Universidad de los Andes.Colombia.
- Suárez D., T. Paredes. 2007. Evaluación de la consolidación, gestión y cumplimiento de las actividades del plan de manejo de la Reserva Ecológica El Ángel. Corporación Grupo Randi Randi / PPT. Quito
- Suárez, E. & G. Medina. 1998. Evaluación Preliminar del Estado de Tres Localidades del Páramo de El Ángel, Provincia del Carchi. Documento elaborado por EcoCiencia como parte del Proyecto CARCHIPOP. FLACSO-EcoCiencia- Universidad de Pittsburg. Quito.
- Valdospinos C., 2008. Aplicación del modelo de mapeo del peligro de incendio forestal usando sistemas de información geográfica para evaluar el peligro de incendios de la vegetación en el Páramo. Estudio de caso: Reserva Ecológica El Ángel. Tesis de ingeniería geográfica y medio ambiente, PUCE. Quito

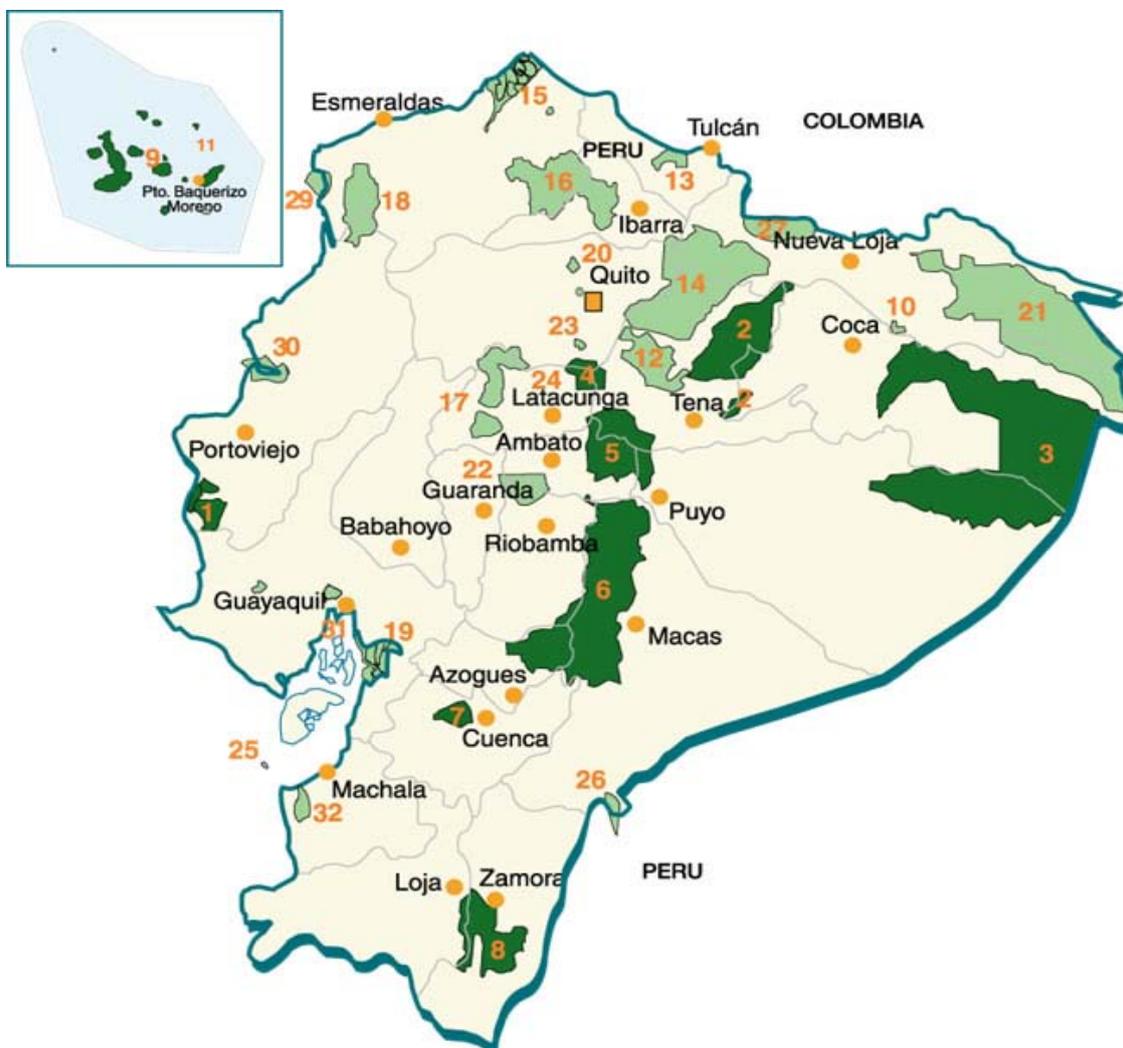
Sitios Web:

- Gobierno Provincial del Carchi-GPC, página Web: www.carchi.gov.ec- Descargado 09/06/2010.
- Ministerio del Ambiente-MAG, página Web: www.ambiente.gov.ec- Descargado 23/06/2010.
- FAO Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, página Web: <http://www.fao.org/ag/againfo/programmes/es/lead/toolbox/Indust/BioBurEA.htm> - Descargado 20/07/2010.
- www.zonasdeamortiguamiento.org – Descargado 01/08/2010.
- <http://www.gestiopolis.com/canales7/ger/desarrollo-sostenible-y-corredores-biologicos.htm> - Descargado 14/10/2010
- <http://www.rlc.fao.org/es/tecnica/parques/pdf/ManDesc.pdf> - Descargado 02/03/2011

7. ANEXOS

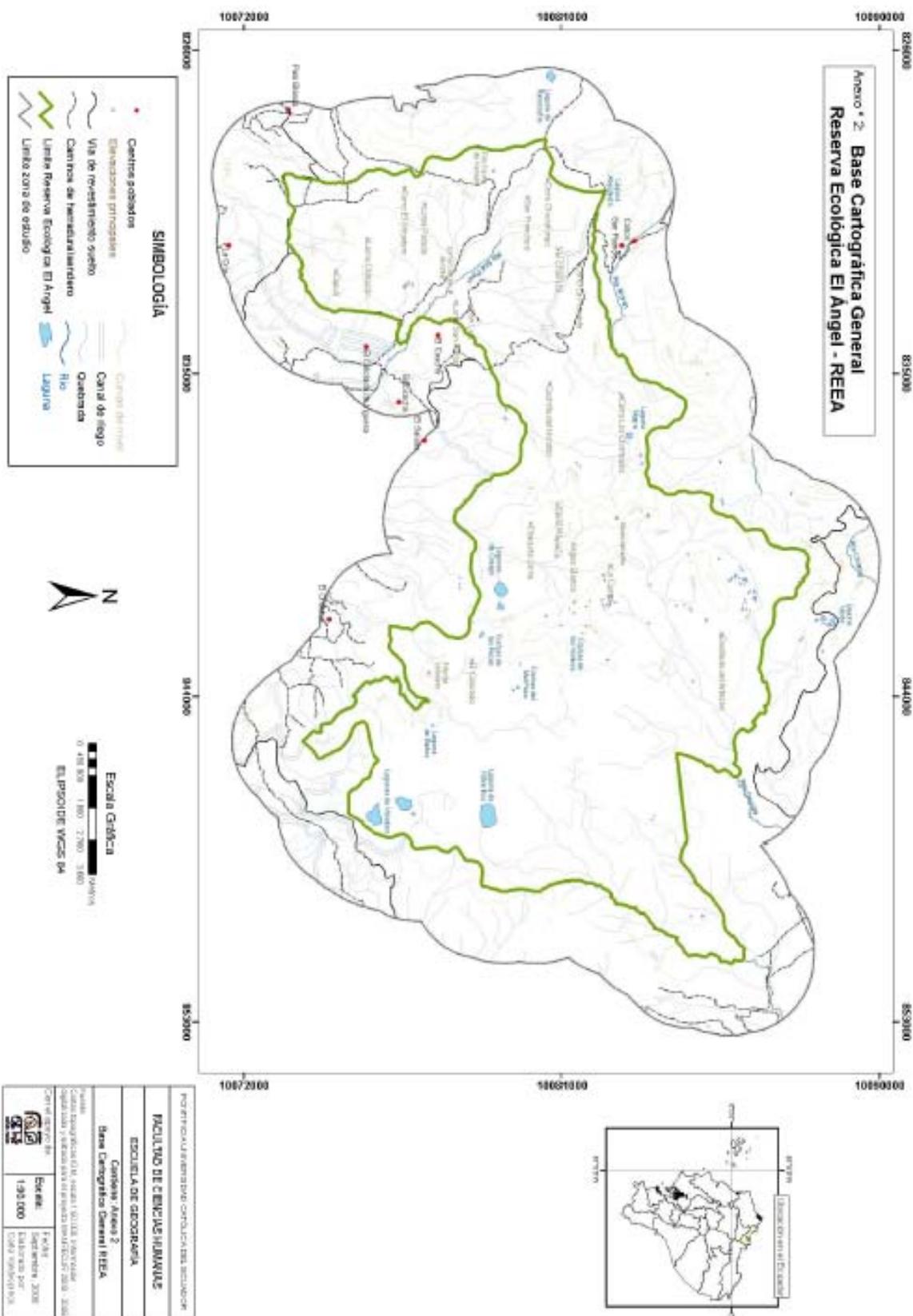
7.1 MAPAS

ANEXO 1.- Sistema Nacional de áreas protegidas

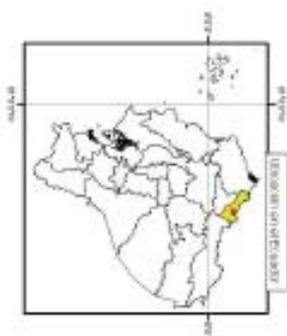
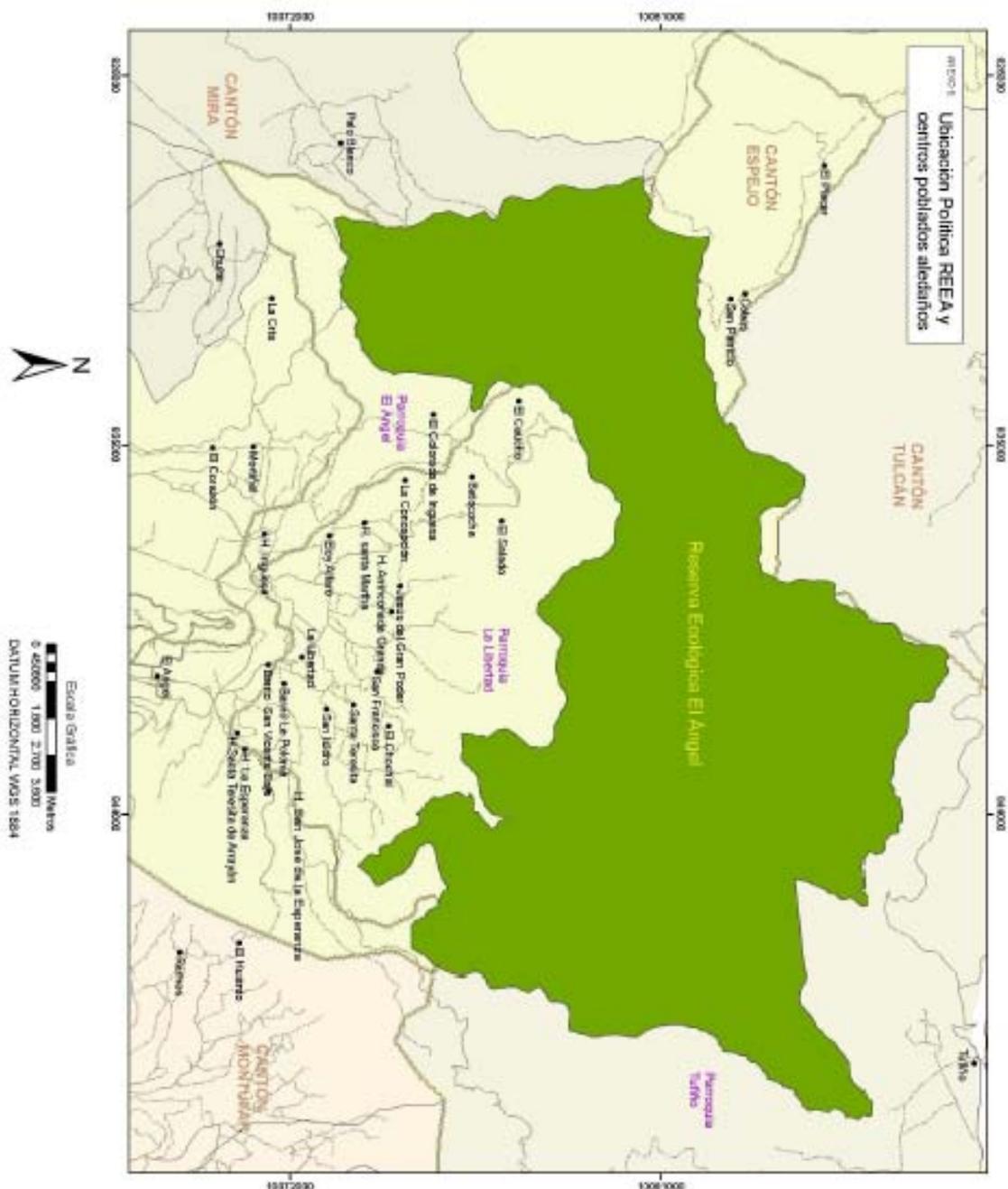


- | | |
|---|--|
| 1. Parque Nacional Machalilla | 18. Reserva Ecológica Mache Chindul |
| 2. Parque Nacional Sumaco Napo Galeras | 19. Reserva Ecológica Manglares – Churute |
| 3. Parque Nacional Yasuni | 20. Reserva Geobotánica Pululahua |
| 4. Parque Nacional Cotopaxi | 21. Cuyabeno |
| 5. Parque Nacional Llanganates | 22. Reserva de Fauna Chimborazo |
| 6. Parque Nacional Sangay | 23. Refugio de Vida Silvestre Pasochoa |
| 7. Parque Nacional Cajas | 24. Parque Recreacional El Boliche |
| 8. Parque Nacional Podocarpus | 25. Refugio de Vida Silvestre Isla de Santa Clara |
| 9. Parque Nacional Galápagos | 26. Parque Bi-nacional El Cóndor |
| 10. Reserva Biológica Limoncocha | 27. Reserva Ecológica Cofán-Bermejo |
| 11. Reserva Marina Galápagos | 28. Refugio de Vida Silvestre La Chiquita |
| 12. Reserva Ecológica Antisana | 29. Refugio de Vida Silvestre Río Muisne Manglares |
| 13. Reserva Ecológica El Ángel | 30. Refugio de Vida Silvestre Isla Corazón |
| 14. Reserva Ecológica Cayambe – Coca | 31. Refugio de Vida Silvestre El Salado Manglares |
| 15. Reserva Ecológica Cayapas – Mataje | 32. Reserva Ecológica Arenillas |
| 16. Reserva Ecológica Cotocachi – Cayapas | 33. Área Recreacional Parque Lago |
| 17. Reserva Ecológica Los Ilinizas | |

ANEXO 2.- Base Cartográfica Reserva Ecológica El Ángel



ANEXO 3.- Ubicación Política Reserva Ecológica El Ángel

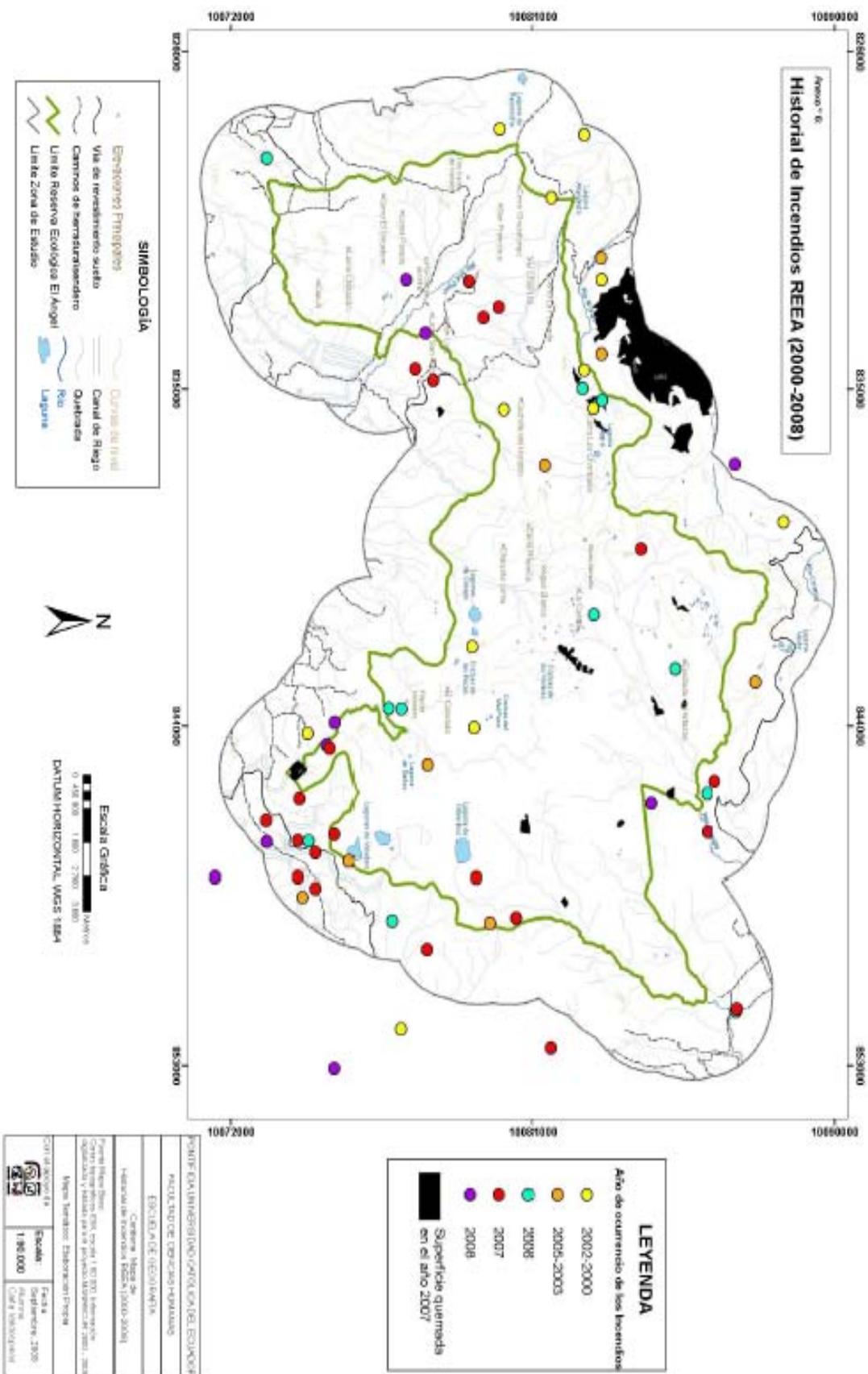


SIMBOLOGIA

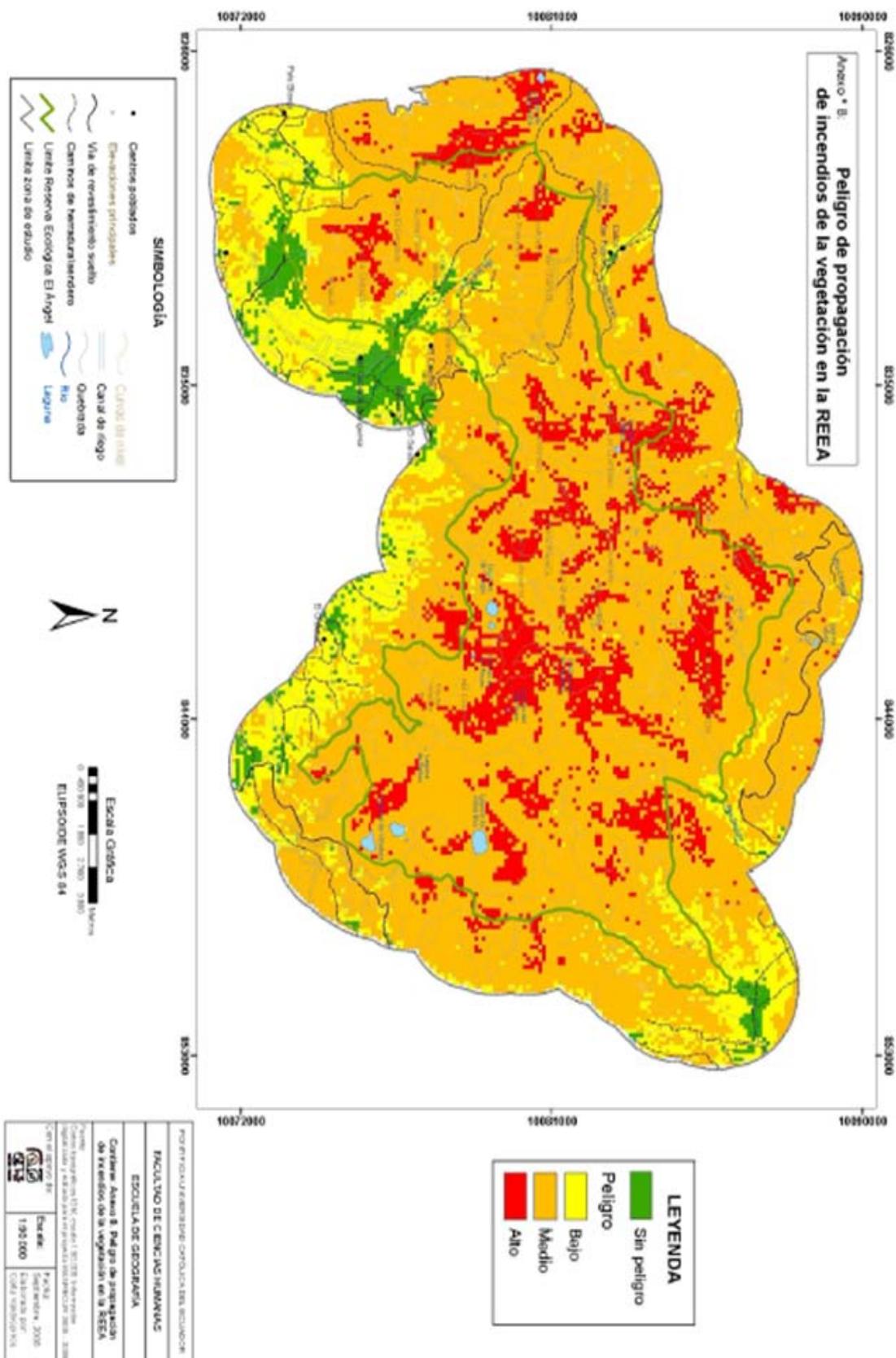
- Centros Poblados
- ~ Límite de la Reserva
- ~ Vía asfaltada dos o más vías
- ~ Vía no asfaltada dos vías
- ~ Caminos de herradura/cenchrero
- ~ Límite parroquial

INSTITUCIÓN EJECUTIVA NACIONAL DE EDUCACIÓN FAACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS ESCUELA DE GEOGRAFÍA		
Carrera: Maestría en Ubicación Política REEA y centros poblados aborígenes		
Tesis: Ubicación Política y Centros Poblados Aborígenes en la Reserva Ecológica El Ángel		
Mapeo Temático: Ubicación Política		
Centro de apoyo de: 	Escala: 1:50.000	Fecha: Septiembre, 2006 Altitud: 2475 m.s.n.m. Carta: Valedor:

ANEXO 4.- Historial de incendios Reserva Ecológica El Ángel (2000-2008)



ANEXO 5.- Peligro de propagación de incendios de la vegetación en la Reserva Ecológica El Ángel



ANEXO 6.- Análisis Estadístico del Proyecto. Libro de Códigos

Valores de las variables

Valor		Etiqueta
SITIO	1.00	DENTRO DE LA RESERVA
	2.00	FUERA DE LA RESERVA
	4.00	FUERA DE LA RESERVA
	5.00	DENTRO DE LA RESERVA
	7.00	FUERA DE LA RESERVA
	8.00	DENTRO DE LA RESERVA
	9.00	FUERA DE LA RESERVA
	10.00	FUERA DE LA RESERVA
	11.00	FUERA DE LA RESERVA
	12.00	FUERA DE LA RESERVA
	14.00	DENTRO DE LA RESERVA
	16.00	FUERA DE LA RESERVA
	21.00	FUERA DE LA RESERVA
	22.00	FUERA DE LA RESERVA
	23.00	FUERA DE LA RESERVA
24.00	FUERA DE LA RESERVA	
DISTANCIA	D	DENTRO
	E	<=1000
	F	1001 Y 1500
	G	1500 EN ADELANTE
AÑO_DE_QUEMA	1.0	2005.0
	2.0	2006.0
	3.0	2007.0
	4.0	2008.0
	5.0	2009.0

7.2 GALERÍA FOTOGRÁFICA

Fotografía 1.- Placa de Identificación Reserva Ecológica El Ángel



Fotografía 2. - Refugio El Voladero



Fotografía 3 y 4.- Páramo en estado natural



Fotografía 5 y 6.- Páramo de Frailejones en estado natural



Fotografías de presencia de quema de páramo de frailejones (Incendio ocurrido en Agosto y Septiembre del 2009)

Fotografía 7 y 8.- Quema Agosto 2009

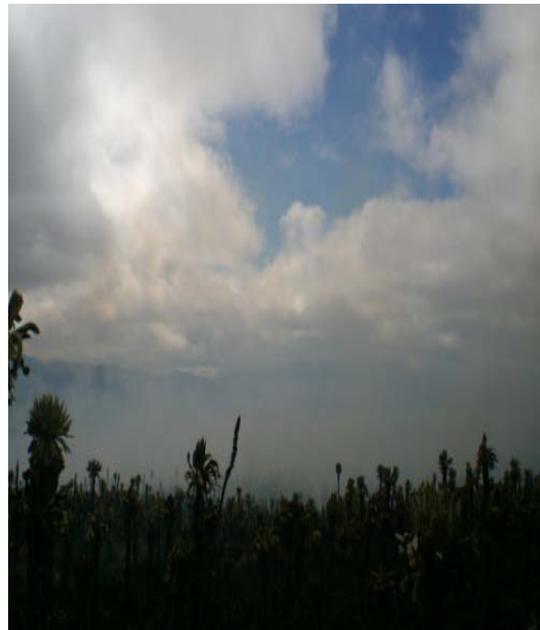


Fotografía 9 y 10.- Quema Septiembre 2009



Fotos de vegetación afectada después de la quema

Fotografía 11 y 12.- Páramo de frailejones afectado por la quema



Fotografía 13 y 14.- Páramo de frailejones afectado por la quema



Fotos trabajo de campo

Fotografía 15 y 16.- Trabajo de campo con pasantes de la Universidad Central



Fotografía 17 y 18.- Ultimo trabajo de campo Octubre/2010

