

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

DIRECCIÓN DE POSGRADO

MAESTRÍA EN AGROECOLOGÍA Y AMBIENTE

Tema:

“EVALUACIÓN DE CUATRO ESPECIES FORESTALES NATIVAS EN TRES PISOS ALTITUDINALES CON LA UTILIZACIÓN DE 2 BIO ESTIMULANTES PARA PROPICIAR UNA REVEGETACIÓN ECOLÓGICA ACTIVA EN LOS PÁRAMOS DE LA COMUNIDAD DE POATUG”

Trabajo de Titulación

Previo a la obtención del Grado Académico de Magister en Agroecología
y Ambiente

Autor: Ing. Giovanni Fernando Cunalata Toapasig

Director: Ing. Pedro Pablo Pomboza Tamaquiza, Dr.

Ambato – Ecuador

2014

Al Consejo de Posgrado de la Universidad Técnica de Ambato

El Tribunal de Defensa del trabajo de titulación presidido por el Ingeniero José Hernán Zurita Vázquez Magister, Presidente del Tribunal e integrado por los señores Ingeniero Giovanni Patricio Velástegui Espín Magister, Ingeniero Saúl Eduardo Cruz Tobar Magister y el Ingeniero Segundo Euclides Curay Quispe Magister Miembros del Tribunal de Defensa, designados por el Consejo Académico de Posgrados de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, para receptar la defensa oral del trabajo de titulación con el tema: “EVALUACIÓN DE CUATRO ESPECIES FORESTALES NATIVAS EN TRES PISOS ALTITUDINALES CON LA UTILIZACIÓN DE 2 BIO ESTIMULANTES PARA PROPICIAR UNA REVEGETACIÓN ECOLÓGICA ACTIVA EN LOS PÁRAMOS DE LA COMUNIDAD DE POATUG”, elaborado y presentado por el Ingeniero Giovanni Fernando Cunalata Toapasig, para optar por el Grado Académico de Magister en Agroecología y Ambiente

Una vez escuchada la defensa oral el Tribunal aprueba y remite el trabajo de titulación para uso y custodia en las bibliotecas de la UTA.

Ing. José Hernán Zurita Vázquez, Mg
Presidente del tribunal de defensa.

Ing. Giovanni Patricio Velástegui Espín Mg.
Miembro del Tribunal

Ing. Saúl Eduardo Cruz Tobar Mg.
Miembro del Tribunal

Ing. Segundo Euclides Curay Quispe Mg.
Miembro del Tribunal

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La responsabilidad de las opiniones, comentarios y críticas emitidas en el trabajo de titulación con el tema. “EVALUACIÓN DE CUATRO ESPECIES FORESTALES NATIVAS EN TRES PISOS ALTITUDINALES CON LA UTILIZACIÓN DE 2 BIO ESTIMULANTES PARA PROPICIAR UNA REVEGETACIÓN ECOLÓGICA ACTIVA EN LOS PÁRAMOS DE LA COMUNIDAD DE POATUG”, le corresponde exclusivamente a: Ingeniero Giovanni Fernando Cunalata Toapasig, Autor bajo la Dirección de Ingeniero Pedro Pablo Pomboza Tamaquiza Dr., Director del trabajo de titulación; y el patrimonio intelectual a la Universidad Técnica de Ambato.

Ing. Giovanni Fernando Cunalata Toapasig
Autor

Ing. Pedro Pablo Pomboza Tamaquiza Dr.
Director

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga uso de este trabajo de titulación como un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación.

Cedo los Derechos de mi trabajo de titulación, con fines de difusión pública, además autorizo su reproducción dentro de las regulaciones de la Universidad.

Ing. Giovanni Fernando Cunalata Toapasig
c.c.1801762467

DEDICATORIA

A mi familia que ha sido el pilar fundamental en mi vida y me ha inspirado a la lucha constante para alcanzar nuevas metas.

A mi esposa Maricela, a mis hijos Fernando y Victoria por su apoyo en cada paso que doy, que confían en mí y nunca dejan de creer en mis capacidades.

A mis amigos, amigas que a lo largo de mi vida han contribuido con mi formación profesional.

Giovanni

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por permitirme dar un paso más en mi vida profesional, brindándome fuerza, paciencia, sabiduría y salud.

A la Universidad Técnica de Ambato y en especial a la Facultad de Ciencias Agropecuarias por abrir las puertas y compartir los conocimientos técnicos y científicos que han guiado mi vida profesional

A la ONG Fundación Pastaza por facilitarme la información y el apoyo incondicional para mi trabajo de investigación

Giovanni

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Pág.
INTRODUCCIÓN.....	01
CAPÍTULO I	03
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	03
1.1 TEMA DE INVESTIGACIÓN.....	03
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	03
1.2.1 CONTEXTUALIZACIÓN.....	04
1.2.2 ANÁLISIS CRÍTICO	07
1.2.3 PROGNOSIS	08
1.2.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	08
1.2.5 PREGUNTAS DIRECTRICES	09
1.2.6 DELIMITACIÓN	09
1.3 JUSTIFICACIÓN	09
1.4 OBJETIVOS	10
1.4.1 OBJETIVO GENERAL.....	10
1.4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	11
CAPÍTULO II	12
MARCO TEÓRICO E HIPÓTESIS	12
2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS	12
2.2 FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA	12
2.3 FUNDAMENTACIÓN LEGAL	13
2.4 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES	15
2.4.1 Marco teórico de la variable independiente.....	15
2.4.2 Marco teórico de la variable dependiente	30
2.5 HIPÓTESIS	30
2.6 VARIABLES DE LA HIPÓTESIS	30
2.6.1 Variables Independientes.....	30
2.6.2 Variables Dedependientes.....	31

CAPÍTULO III	32
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	32
3.1 ENFOQUE	32
3.2 MODALIDAD BASICA DE LA INVESTIGACION	32
3.2.1 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN	32
3.3 DISEÑO EXPERIMENTAL	32
3.3.1 TRATAMIENTOS	33
3.3.2 ANALISIS ESTADISTICO	33
3.3.3 CARACTERÍSTICAS DEL ENSAYO EXPERIMENTAL	34
3.3.4 ESQUEMA DE LA DISPOSICION DEL ENSAYO	35
3.4 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	36
3.5 PLAN DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN	37
3.5.1 Ubicación del ensayo y características del lugar	37
3.5.2 Selección de tipos de ensayo	38
3.5.3 Definición de parcelas	38
3.5.4 Toma de muestras de suelo	38
3.5.5 Adquisición de plantas	39
3.5.6 Hoyado	39
3.5.7 Transporte de especies forestales	39
3.5.8 Plantación	39
3.5.9 Aplicación de Bioestimulantes	40
5.6 DATOS TOMADOS	40
 CAPÍTULO IV	 42
4. ANÁLISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS	42
4.1.1 Altura de planta a los 90 días	42
4.1.2 Altura de planta a los 120 días	44
4.1.3 Diámetro de tallo	48
4.1.4 Longitud de la raíz principal	52
4.1.5 Volumen del sistema radicular	56
4.1.6 Volumen de nódulos radiculares	60
4.1.7 Supervivencia	62
4.2 ANÁLISIS ECONÓMICO	66
4.3 VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS	68

CAPÍTULO V	69
5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	69
5.1 CONCLUSIONES	69
5.2 RECOMENDACIONES	71
CAPÍTULO VI	73
PROPUESTA	73
6.1 TEMA	73
6.2 FUNDAMENTACIÓN	73
6.3 OBJETIVOS	74
6.4 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA	74
6.5 METODOLOGIA	75
6.6 COSTOS	76
6.7 ADMINISTRACIÓN	77
6.8 EVALUACIÓN	77
BIBLIOGRAFÍA	78
APÉNDICE	84

ÍNDICE DE TABLAS

		Pág.
Tabla 1.	TRATAMIENTOS	33
Tabla 2.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	35
Tabla 3.	ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA ALTURA DE PLAN- TA A LOS 90 DÍAS	42
Tabla 4.	PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA ESPECIES FORESTALES NATIVAS, EN LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA A LOS 90 DÍAS	43
Tabla 5.	ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA ALTURA DE PLAN- TA A LOS 120 DÍAS	45
Tabla 6.	PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA ESPECIES FORESTALES NATIVAS, EN LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA A LOS 120 DÍAS	46
Tabla 7.	PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA BIOESTIMULANTES, EN LA VARIA- BLE ALTURA DE PLANTA A LOS 120 DÍAS	47
Tabla 8.	ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA DIÁMETRO DE TA- LLO	49
Tabla 9.	PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA ESPECIES FORESTALES NATIVAS, EN LA VARIABLE DIÁMETRO DE TALLO	49
Tabla 10.	PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA BIOESTIMULANTES, EN LA VARIABLE DIÁMETRO DE TALLO	51
Tabla 11.	ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA LONGITUD DE LA RAÍZ PRINCIPAL	53
Tabla 12.	PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA ESPECIES FORESTALES NATIVAS, EN LA VARIABLE LONGITUD DE LA RAÍZ PRINCIPAL	54
Tabla 13.	PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA BIOESTIMULANTES, EN LA VARIABLE LONGITUD DE LA RAÍZ PRINCIPAL	55

Tabla 14.	PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA LA INTERACCIÓN ESPECIES FORESTALES NATIVAS VERSUS BIOESTIMULANTES, EN LA VARIABLE LONGITUD DE LA RAÍZ PRINCIPAL	55
Tabla 15.	ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA VOLUMEN DEL SISTEMA RADICULAR	57
Tabla 16.	PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA ESPECIES FORESTALES NATIVAS, EN LA VARIABLE VOLUMEN DEL SISTEMA RADICULAR	58
Tabla 17.	PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA BIOESTIMULANTES, EN LA VARIABLE VOLUMEN DEL SISTEMA RADICULAR	59
Tabla 18.	ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA VOLUMEN DE NÓDULOS RADICULARES	60
Tabla 19.	PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA BIOESTIMULANTES, EN LA VARIABLE VOLUMEN DE NÓDULOS RADICULARES	61
Tabla 20.	ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA SOBREVIVENCIA.	63
Tabla 21.	PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA ESPECIES FORESTALES NATIVAS, EN LA VARIABLE SOBREVIVENCIA	64
Tabla 22.	PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA BIOESTIMULANTES, EN LA VARIABLE SOBREVIVENCIA	64
Tabla 23.	PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA LA INTERACCIÓN ESPECIES FORESTALES NATIVAS VERSUS BIOESTIMULANTES, EN LA VARIABLE SOBREVIVENCIA	65
Tabla 24.	COSTOS DE INVERSIÓN DEL ENSAYO (Para cada piso altitudinal)	67
Tabla 25.	COSTOS VARIABLES DEL ENSAYO POR TRATAMIENTO (Para cada piso altitudinal)	68

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

	Pág.
Figura 1. ÁRBOL DE PROBLEMAS	07
Figura 2. CATEGORÍAS FUNDAMENTALES	15
Figura 3. REPETICIONES Y DETALLE DE PARCELAS	35

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
DIRECCIÓN DE POSGRADO
MAESTRÍA EN AGROECOLOGÍA Y AMBIENTE

Tema: “EVALUACIÓN DE CUATRO ESPECIES FORESTALES NATIVAS EN TRES PISOS ALTITUDINALES CON LA UTILIZACIÓN DE 2 BIO ESTIMULANTES PARA PROPICIAR UNA REVEGETACIÓN ECOLÓGICA ACTIVA EN LOS PÁRAMOS DE LA COMUNIDAD DE POATUG”

Autor: Ing. Giovanni Fernando Cunalata Toapasig

Director: Ing. Pedro Pablo Pomboza Tamaquiza, Dr.

Fecha: 18 de marzo del 2014

RESUMEN EJECUTIVO

La presente investigación corresponde a la evaluación de cuatro especies forestales nativas (aliso *Alnus acuminata*, yahual *Polylepys incana*, pumamaqui *Oreopanax ecuadorensis* y arrayán *Luma apiculata*), con la utilización de dos biostimulantes (Biocat y *Trichoderma harzianum*), en la parroquia El Sucre del cantón San Cristóbal de Patate en la provincia de Tungurahua, en tres pisos altitudinales (piso I 3000, piso II 3250 y piso III 3500 m.s.n.m.), con el propósito de: determinar los mejores tratamientos en adaptación y crecimiento, para de esta forma propiciar una revegetación ecológica activa en los páramos de la comunidad de Poatug; a más de, establecer los costos de producción de los tratamientos.

Descriptor: bioestimulantes, biocat, control biológico, especies forestales nativas, crecimiento vegetativo, fitopatógenos, nódulos radiculares, pisos altitudinales, revegetación ecológica, *Trichoderma harzianum*,

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
DIRECCIÓN DE POSGRADO
MAESTRÍA EN AGROECOLOGÍA Y AMBIENTE

Subject: " EVALUATION OF FOUR NATIVE FOREST SPECIES IN THREE ALTITUDINAL WITH THE USE OF BIO STIMULANTS 2 FOR PROMOTING ORGANIC REVEGETATION ACTIVE IN PARAMOS OF COMMUNITY OF POATUG "

Author: Ing. Giovanni Fernando Cunalata Toapasig

Directed by: Ing. Pedro Pablo Pomboza Tamaquiza Dr.

Date: March, 18 of 2014

EXECUTIVE SUMMARY

This research is the evaluation of four native tree species (aliso *Alnus acuminata*, yahual *Polylepys incana*, pumamaqui *Oreopanax ecuadorensis* and arrayan *Luma apiculata*), using two stimulators (Biocat and *Trichoderma harzianum*), in the parish of Canton Sucre San Cristobal de Patate in the province of Tungurahua, in three altitudinal (Floor I 3000 , II floor flat III 3250 and 3500 m), with the purpose of: determining the best treatments in adaptation and growth, to thereby facilitate an active revegetation on the paramos ecological community of Poatug; over, set production costs of the treatments.

Descriptors: bioestimulantes, biocat, biological control, native forest species, vegetative growth, plant pathogens, root nodules, altitudinal, ecological revegetation, *Trichoderma harzianum*.

INTRODUCCIÓN

El presente ensayo se realizó en la comunidad de Poatug, en la parroquia de El Sucre del cantón San Cristóbal de Patate en la provincia de Tungurahua, en tres pisos altitudinales (piso I 3000, piso II 3250 y piso III 3500 m.s.n.m.), con el propósito de: evaluar el crecimiento y desarrollo de cuatro especies forestales nativas (aliso *Alnus acuminata*, yagual *Polylepys incana*, pumamaqui *Oreopanax ecuadorensis* y arrayán *Luma apiculata*), con la utilización de dos biostimulantes (Biocat y *Trichoderma harzianum*), para propiciar una revegetación ecológica activa en los páramos de la comunidad; a más de, determinar los costos de producción de los tratamientos.

Se utilizó el diseño de parcelas divididas con arreglo factorial de 4 x 2, con seis repeticiones, las parcelas principales constituyó el factor especies forestales. Los tratamientos fueron ocho. Se hizo el análisis de variancia (ADEVA), pruebas de Tukey al 5% y pruebas de Diferencia Mínima Significativa al 5%. Para el volumen de nódulos radiculares en la especie aliso, se usó el diseño de bloques completamente al azar, con dos tratamientos y seis repeticiones.

De lo cual la especie forestal aliso (*Alnus acuminata*), fue la que presentó las mejores características en el crecimiento y desarrollo vegetativo, como en el desarrollo radicular, al reportar el mayor crecimiento en longitud de la raíz principal (31,71 cm piso 1, 35,96 cm piso 2 y 24,85 cm piso 3), como mayor volumen del sistema radicular (25,00 cc piso I, 18,25 cc piso II y 9,29 cc piso III), registrando el segundo mejor crecimiento en altura de planta a los 90 días de la plantación (28,65 cm piso 2), como la segunda mejor altura de planta 120 días (35,21 cm piso 2) y segundo mayor diámetro de tallo (4,10 cm piso 2 y 3,94 cm piso 3); obteniéndose consecuentemente la mayor sobrevivencia de plantas (100% en los tres pisos altitudinales) por lo cual se concluye que esta especie se adapta mejor manera en los tres rangos de altura y con la aplicación de *Trichoderma harzianum*.

Del análisis de costos se concluye que, el mayor costo por planta correspondió a las especies aliso y arrayán con aplicación de *Trichoderma harzianum* (\$ 0,642).

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 TEMA DE INVESTIGACIÓN

Evaluación de cuatro especies forestales nativas en tres pisos altitudinales con la utilización de 2 bio estimulantes para propiciar una revegetación ecológica activa en los páramos de la comunidad de Poatug.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los páramos son considerados como reguladores de agua en las partes altas de la montañas de la cordillera de los Andes, se ha determinado que el agua es retenida por los suelos y la cubierta vegetal, sin embargo han quedado atrás los problemas más comunes los que han ido deteriorando al páramo como son: la quema, el sobre pastoreo, el aumento de la frontera agrícola la deforestación de los bosques de altura entre otros.

Se considera que en la actualidad la rapidez de la devastación es mayor de lo que lo que sería a ritmo natural; no solo la destrucción de un hábitat determina la extinción de muchas especies como las plantas, sino que la desaparición de una de ellas puede decidir el fin de otras.

La pérdida de un vegetal o planta puede causar la muerte de hasta treinta variedades de animales que dependen de ellas para su sustento. (Frers.2008). Por tal motivo se está incentivando a las personas al estudio de técnicas de conservación de especies nativas en campo, mediante una re vegetación ambiental en el que intervenga la comunidad, lo cuales ayudara a conservar las siguientes plantas nativas del lugar: aliso (*Alnus acuminata*), arrayán (*Luma apiculata*), pumamaquí (*Oreopanax ecuadorensis*) y yagual (*Polylepys incana*) para preservar la biodiversidad.

1.2.1 CONTEXTUALIZACIÓN

En todo el cinturón tropical, en los tres continentes que tienen territorio sobre la línea ecuatorial estos son África, Suramérica y Oceanía existen montañas que sobrepasan alturas que permiten la formación de bosques y cuyas cumbres están cubiertas por ecosistemas no boscosos pero muy biodiversos, social y económicamente importantes y paisajísticamente espectaculares. En los tres continentes el páramo se conoce de diferente manera pero tienen una similitud con el páramo andino. Todos dominados por pajonales y un mosaico particular de humedales y turberas (Hofstede et al., 2003).

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. En la actualidad, el mayor impacto sobre los páramos andinos y africanos es generado por la agricultura, la ganadería y las quemadas 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 (Hofstede et al., 2003).

La FAO ha estimado que se están destruyendo 17 millones de hectáreas de bosques tropicales anualmente. Los procesos de deforestación constituyen un cuarto de los 7,1 billones de toneladas de CO₂ que se liberan a la atmósfera (Banco Mundial, 1991).

Desde hace al menos 3000 años, el páramo ha sido usado para actividades agropecuarias y para la extracción de leña. Con la llegada de los españoles arribaron también nuevos cultivos y animales domésticos. Los invasores empezaron a usar grandes cantidades de leña y madera como combustible y material de construcción. Además, se necesitaba más espacio para la agricultura y

el pastoreo de las especies introducidas. Todo esto resultó en una acelerada destrucción de los hábitats boscosos y paramos en los Andes. Las reformas agrarias de los años 1960s y 1970s causaron un cambio drástico en la agricultura tradicional en las partes más altas y una intensificación del pastoreo en partes más bajas. El aumento de la urbanización en los últimos 25 años ha generado mucha demanda de productos agrícolas a cargo de pocos agricultores. Consecuentemente, el modelo andino de uso tradicional de la tierra, con pequeños períodos de producción y largos períodos de barbecho, se invirtió, causando un proceso de degradación de los suelos. El uso de pesticidas, insecticidas, fungicidas y fertilizantes se hizo necesario para mantener e incrementar la producción, lo que produjo también contaminación del suelo. Los disturbios recientes del páramo incluyen actividades mineras, forestación con especies exóticas y construcción de vías, acueductos, sistemas de drenaje y represas (Hofstede et al., 2003).

Mera (2001), manifiesta la historia más larga de uso, debido a una ocupación humana precolombina masiva, aunada a la mayor densidad de población rural, han causado que los páramos del Ecuador estén probablemente más afectados por las actividades humanas que los de Colombia y Venezuela. Sin embargo, el grado de esta afectación en el Ecuador no es bien conocido. Hasta ahora existe información cualitativa sobre este tema, pero no hay datos cuantitativos sobre la cantidad de área afectada y el grado de afectación.

Recharte y Gearheard (2001), señalan que por diferentes actividades humanas la línea del bosque está bajando continuamente y el páramo se está extendiendo hacia abajo, han estimado que el 90-95% de los bosques andinos, incluyendo los que están en el páramo, han desaparecido. Además, se describió un efecto de homogenización de los páramos como consecuencia de las quemadas: el paisaje diverso de pajonales, arbustos y fragmentos de bosque se convierte en una estructura monótona de pajonal puro. Es conocido que por la gran altitud, el páramo es un ecosistema frágil que tiene niveles bajos de productividad primaria, crecimiento, descomposición y una sucesión natural lenta. Por tanto, la recuperación del ecosistema tras un disturbio es muy baja. Sin embargo, dentro de diferentes áreas de páramo se puede esperar que la resiliencia del ecosistema sea

distinta. Por ejemplo, en el sur del Ecuador, donde los suelos son más superficiales y el clima es más extremo, se puede esperar que la fragilidad sea mayor.

Barrera (2000) expresa que el objetivo de este estudio fue realizar un primer acercamiento al estado de conservación de las diferentes zonas de páramo en el Ecuador. Para esto, se utilizó un mapa preliminar de los diferentes páramos del Ecuador y mediante una evaluación ecológica rápida, se hicieron observaciones de la vegetación, del suelo y del uso de la tierra. Para fines prácticos, se asume que los páramos de pajonal, que ocupan la mayor superficie de la zona de páramo 53 propiamente dicho en el Ecuador, son producto del uso humano y por esto se concentra el estudio en este tipo de paisaje.

El mismo autor menciona que, los bosques y las tierras forestales a nivel de la provincia de Tungurahua, constituyen ecosistemas diversificados que sustentan miles de especies y proporcionan una amplia gama de productos y servicios, cumpliendo de esta manera con importantes funciones sociales, económicas y ambientales. La diversidad de productos que proporcionan los bosques, puede clasificarse en dos grupos: productos maderables y no maderables. La variedad de especies maderables del bosque brinda materia prima para diferentes procesos industriales: madera aserrada, aglomerados, materiales de construcción, etc.

Además indica que, existe una amplia variedad de productos no maderables que pueden obtenerse del bosque, entre los que se pueden citar los siguientes: alimentos, medicinas, fibras de madera, aceites esenciales, gomas, ceras, látex, resinas, taninos y otros elementos básicos.

Mitigación de emisiones de gases que producen efecto invernadero (fijación, reducción, secuestro, almacenamiento y absorción de gases): los bosques constituyen importantes reservas de carbono, las cuales desempeñan un rol crucial en la mitigación de los cambios climáticos globales. El costo anual de las emisiones de carbono ha sido estimado en alrededor de 3 y 13 dólares por tonelada (Nordhaus, 1990).

1.2.2 ANÁLISIS CRÍTICO

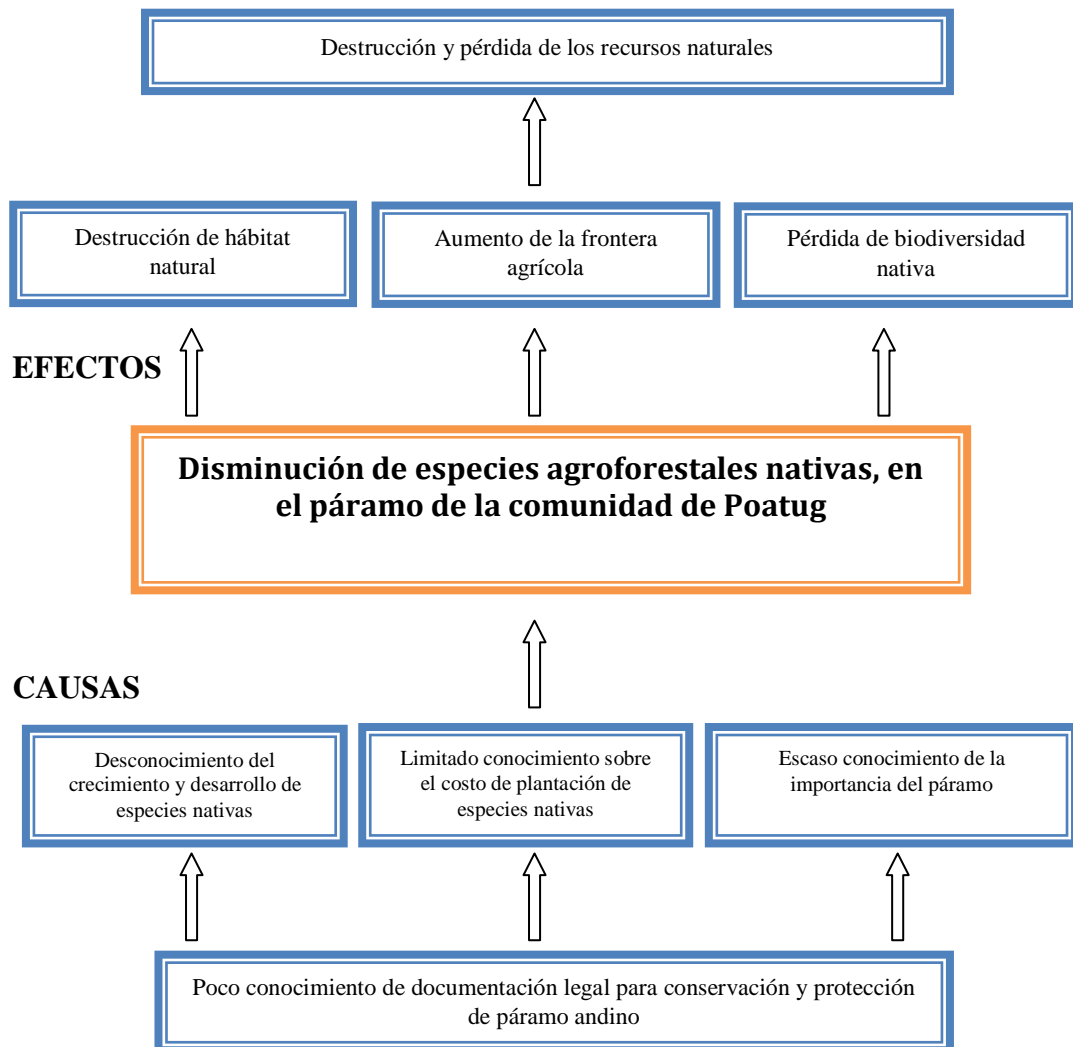


Figura 1. Árbol de problemas

Elaborado por: Ing. Giovanni Cunalata

En la comunidad de Poatug como en la gran mayoría de comunidades andinas, existe un desconocimiento del crecimiento y desarrollo de las especies forestales nativas que existen en su entorno, pero al querer propiciar la recuperación forestal existe un limitado conocimiento sobre el costo de las plantas, y su producción es escasa en el mercado. En los últimos años ha existido preocupación por darle importancia a los páramos sin mirar que existe una documentación legal, para su conservación y protección. Todo ello ha contribuido a la disminución de especies forestales nativas, destrucción del hábitat natural, aumento de la frontera agrícola,

perdida de la biodiversidad y consecuentemente la disminución de los recursos naturales

1.2.3 PROGNOSIS

Si no se realiza la presente propuesta de investigación se verá afectado toda la comunidad de Poatug ya que el continuo deterioro de los páramos arrastra consigo la disminución de los recursos naturales; el avance de la frontera agrícola y la falta de alternativas productivas en la parte media y baja de la comunidad.

Por esto se considera urgente la elaboración de un plan de recuperación de páramo en la zona de protección de la comunidad de Poatug que permita realizar la reforestación de páramos con la utilización cuatro especies nativas del lugar.

1.2.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La presión demográfica que existe sobre los recursos naturales a nivel mundial y local ha permitido un continuo aprovechamiento de los terrenos comunitarios (páramos, pajonales) que no podía ser una excepción en la comunidad de Poatug; se ha delimitado la cota del Parque Nacional Llanganates a una altura de los 3800 msnm., sin embargo existe zonas de relictos boscosos debajo de ésta cota y la formación de fuentes hídricas muy por debajo de ésta delimitación.

Tomando en cuenta las consideraciones expuestas se propone como un recurso importante la elaboración del Plan de forestación de cuatro especies forestales, aliso (*Alnus acuminata*), arrayán (*Luma apiculata*), pumamaqui (*Oreopanax ecuadorensis*) y yagual (*Polylepys incana*), con la evaluación en tres pisos altitudinales, cada uno contara con dos variables en este caso el abono foliar orgánico y también la utilización de micorrizas.

El problema de investigación es:

Como se puede contrarrestar la perdida de especies agroforestales nativas.

1.2.5 PREGUNTAS DIRECTRICES

¿Cuál es el comportamiento de las especies forestales nativas en los tres pisos altitudinales más los 2 bioestimulantes?

¿Cuál de los tratamientos es el más económico y eficiente?

¿Determinar la especie de mayor desarrollo, crecimiento y adaptabilidad en el área de conservación del páramo que pertenece a la comunidad de Poatug en el cantón Patate, Provincia de Tungurahua?

1.2.6 DELIMITACIÓN

Área: Agroecología

Sub-área: Medio ambiente

Sector: Botánica

Sub-sector: Plantas

Delimitación temporal: Cuatro meses (Julio - Octubre 2013)

Delimitación espacial: Páramo de la parroquia El Sucre, comunidad de Poatug.

1.3 JUSTIFICACIÓN

En el Ecuador se pierde cientos de miles de especies, muchas de ellas aún antes de ser descubiertas por la ciencia. De ese modo, no sólo se pierde la variabilidad biológica, sino además la diversidad genética. A través de la historia de la evolución, millones de especies han desaparecido debido a procesos naturales. Una de las principales causas de la extinción de las especies es la destrucción del hábitat. El drenaje de zonas húmedas, la conversión de áreas de matorrales en tierras de pasto, la tala de los bosques la construcción de carreteras y presas, han reducido notablemente los hábitats disponibles.

Al producirse la fragmentación de los hábitats en 'islas', la población animal se agrupa en áreas más pequeñas, lo que supone una destrucción mayor del hábitat. En éstas, las especies pierden el contacto con otras poblaciones del mismo tipo, lo que limita su diversidad genética y reduce su capacidad de adaptación a las variaciones del medio ambiente. Estas poblaciones pequeñas son muy vulnerables

a la extinción y para algunas especies estos hábitats fragmentados son demasiado reducidos para que una población sea viable (Arellano, 2007).

En la actualidad la preocupación por el medio ambiente es un tema que atraviesa todo el planeta, en todos los lugares se vienen debilitando ecosistemas, desapareciendo especies, disminuyendo las fuentes de agua, contaminándose el aire y acelerando el calentamiento global, entre otros.

Estas expresiones diarias de desequilibrio son consecuencia del mal manejo que se está dando a los recursos ambientales de la tierra (Arellano, 2007).

La Dirección de Medio Ambiente de Tungurahua, se asegura que en la provincia no existen problemas de deforestación ya que tan solo se ha talado un 30% de los bosques aptos para esta actividad, lo que da a notar según la entidad en cuestión, que no existen problemas, pues eso no representa peligro para el medio ambiente y ecosistema de la localidad.

Sin embargo el cantón Patate es uno de los sectores de mayor índice de deforestación, donde se talan árboles en zonas protegidas del Parque Nacional Llanganates. Aquí nadie dice o hace nada por impedir esta barbaridad en contra del medio ambiente, sin embargo, se dice que en la provincia no pasa nada.

Por tal motivo se piensa realizar la revegetación en el páramo de la comunidad de Poatug perteneciente al cantón Patate, para de esta manera ayudar a este gran problema que es la deforestación de los páramos.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo general

Desarrollar tecnología para la regeneración del páramo de la comunidad de Poatug, cantón Patate, mediante la utilización de especies forestales nativas.

1.4.2 Objetivos específicos

- Evaluar el crecimiento y desarrollo de aliso (*Alnus acuminata*), arrayán (*Luma apiculata*), pumamaqui (*Oreopanax ecuadorensis*) y yagual (*Polylepys incana*) con la utilización de 2 biostimulantes, plantadas en tres pisos altitudinales, para propiciar una revegetación ecológica activa en los páramos de la comunidad de Poatug.
- Determinar los costos de producción de los tratamientos, en cada piso altitudinal.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO E HIPÓTESIS

2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Cunalata (1995) en su investigación de multiplicación del yagual *Polylepis sp.* con el uso de hormonas Roothone, evaluando seis sustratos., señala que esta especie se desarrolla mejor al utilizar sustratos ricos en materia orgánica es decir suelo negro, humos de lombriz en proporción 1:1.

Acurio (2010), en su estudio cita a (López, 2007) que el *Trichoderma* es un hongo anaerobio facultativo que se encuentra de manera natural en un número importante de suelos agrícolas y otros tipos de medios. De este mico organismo existen más de 30 especies, todas con efectos benéficos para la agricultura y otras ramas. Este hongo se encuentra ampliamente distribuido en el mundo y se presenta en diferentes zonas y hábitat, especialmente en aquellos que contienen materia orgánica o desechos vegetales en descomposición, así mismo en residuos de cultivos, especialmente aquellos que son atacados por otros hongos.

Nuñez (2012), indica que el propósito de su trabajo es promover la reutilización ecológica de los residuos que se obtienen en distintos procesos industriales, que son ayudados para su descomposición con la adición de *Trichoderma harzianum* y la selección de materiales o sustratos para la obtención del mejor abono para el desarrollo de las plantas.

2.2 FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA

En el paradigma socio crítico se fundamenta la presente investigación ya que defiende determinados supuestos sobre la concepción del mundo y del modo de

conocerlo, como en este caso el conocimiento del páramo y la forma como se puede mantener y conservar.

Este paradigma, se caracteriza por el alto interés por la verificación del conocimiento a través de predicciones. Algunos lo llaman el paradigma prediccionalista, ya que lo importante es plantearse una serie de hipótesis como predecir que algo va a suceder y luego verificarlo o comprobarlo. En las ciencias exactas y naturales es en donde tiene mayor aplicación. Cuando hay una tormenta electrónica y enseguida cae la lluvia, la predicción se puede verificar fácilmente, lo mismo sucede con el fósforo y el fuego. En ciencias sociales esto no es tan sencillo.

González (2008), cita que el hombre “no es un peregrino errante, un pasajero proveniente de otras partes y perteneciente a otros mundos. No. Él es hijo/hija de la tierra. Él es la misma tierra en su expresión de conciencia, de libertad y de amor” La idea anterior nos recuerda un vínculo estrecho, emergimos de la tierra. Somos un producto del sistema de la vida terrestre y es desde esa realidad, que hemos de comprender y asumir la responsabilidad humana en el presente y futuro, no solamente como especie, sino sobre todo como miembros del sistema de vida terrestre.

Por lo tanto, el trabajo propuesto es positivo, se beneficia a la comunidad, ya que se crea conciencia sobre la conservación de páramos y mediante la cual se incentiva a los moradores al trabajo comunitario con la intervención de todos y todas sin discriminación.

2.3 FUNDAMENTACIÓN LEGAL

La Constitución de la República del Ecuador (2008), menciona en su capítulo segundo, biodiversidad de recursos naturales, sección primera, naturaleza y medio ambiente.

Art. 395. La Constitución reconoce los siguientes principios ambientales:

1. El Estado garantizará un modelo sustentable de desarrollo, ambientalmente equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural, que conserve la biodiversidad y

la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas y asegure la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras. 2. Las políticas de gestión ambiental se aplicarán de manera transversal y serán de obligatorio cumplimiento por parte del Estado en todos sus niveles y por todas las personas naturales o jurídicas en el territorio nacional. 3. El Estado garantizará la participación activa y permanente de las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades afectadas, en la planificación, ejecución y control de toda actividad que genere impactos ambientales. 4. En caso de duda sobre el alcance de las disposiciones legales en materia ambiental, éstas se aplicarán en el sentido más favorable a la protección de la naturaleza.

Art. 405. El sistema nacional de áreas protegidas garantizará la conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de las funciones ecológicas. El sistema se integrará por los subsistemas estatal, autónomo descentralizado, comunitario y privado y su rectoría y regulación será ejercida por el Estado. El Estado asignará los recursos económicos necesarios para la sostenibilidad financiera del sistema y fomentará la participación de las comunidades, pueblos y nacionalidades que han habitado ancestralmente las áreas protegidas en su administración y gestión. Las personas naturales o jurídicas extranjeras no podrán adquirir a ningún título tierras o concesiones en las áreas de seguridad nacional ni en áreas protegidas, de acuerdo con la ley

Art.406. El Estado regulará la conservación, manejo y uso sustentable, recuperación y limitaciones de dominio de los ecosistemas frágiles y amenazados; entre otros, los páramos, humedales, bosques nublados, bosques tropicales secos y húmedos y manglares, ecosistemas marinos y marinos-costeros.

Art. 407. Se prohíbe la actividad extractiva de recursos no renovables en las áreas protegidas y en zonas declaradas como intangibles, incluida la explotación forestal. Excepcionalmente dichos recursos se podrán explotara petición fundamentada de la Presidencia de la República y previa declaratoria de interés nacional por parte de la Asamblea Nacional, que, de estimarlo conveniente, podrá convocar a consulta popular. El presente proceso de

investigación se fundamenta en la (Constitución del 2008 de la república del Ecuador; capítulo cuarto; derechos de las comunidades, pueblos y nacionalidades).

2.4 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES

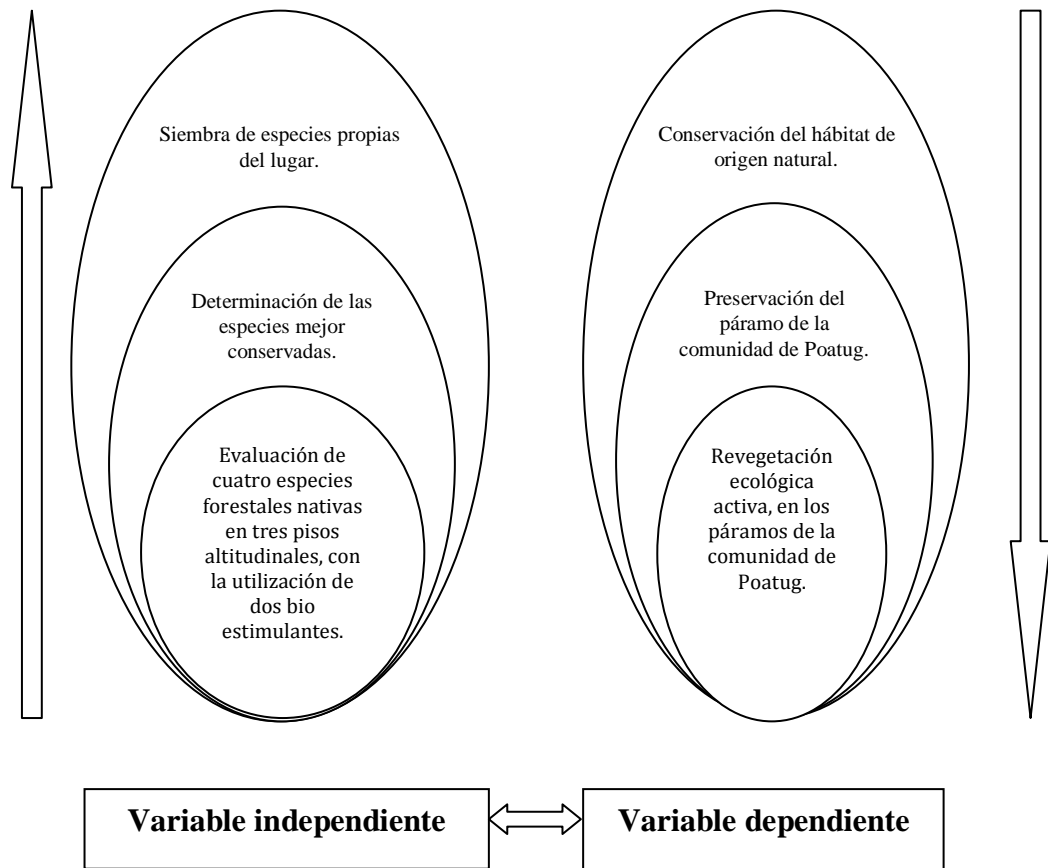


Figura 2. Categorías fundamentales

2.4.1 Marco teórico de la variable independiente

Especie: se define a menudo como grupo de organismos capaces de entrecruzarse y de producir descendencia fértil. Es un grupo de poblaciones naturales cuyos miembros pueden cruzarse entre sí, pero no pueden hacerlo o al menos no lo hacen habitualmente con los miembros de poblaciones pertenecientes a otras especies; por tanto, el aislamiento reproductivo respecto de otras poblaciones es crucial.

Características del páramo

Siempre se ha descrito al páramo como un lugar inhóspito, frío y húmedo pero este presenta durante el día cambios de temperatura y nubosidad muy grandes y bruscas pasando rápidamente de cortos periodos de calor a otros de intenso frío. Aun en días despejados los páramos sufren variaciones de humedad atmosférica, que por momentos puede ser muy baja. Sin embargo su suelo se mantiene permanentemente húmedo incluso el que está más apartado de zonas invadidas de charcos y de zonas comúnmente estériles (Gallardo, 1994).

Se distingue el páramo por sus condiciones ambientales extremas: gran influencia biológica y física, suelos ácidos, baja presión atmosférica, escasa densidad, sequedad y humedad del aire, a la vez baja temperatura media con fuertes oscilaciones diurnas, además altas temperaturas del suelo y del aire durante la insolación directa pero con cambios bruscos y con fuertes precipitaciones por causa de la nubosidad lo mismo que durante la noche; factores estos que pueden ocasionar escarchas y nevadas así como recios vientos en determinada época del año (Rodríguez, 2003).

El Ecuador posee una gran diversidad de ecosistemas; los ecosistemas andinos son característicamente importantes por los servicios ecológicos, ambientales y sociales que prestan a las poblaciones y comunidades que dependen de ellos. Los páramos del Ecuador indican un famoso mensaje de que para conservar y usar sabiamente algo hay que primero quererlo y apreciarlo y para llegar a querer y apreciar algo primero hay que conocerlo profundamente (Medina, 1998).

La diversidad de los páramos está mejor caracterizada por la palabra “única” que por la palabra “riqueza”. A todos los niveles de la biodiversidad (genes, especies y paisajes) no hay más representantes en el páramo que en otras zonas de vida, pero lo característico es “lo que hay en el páramo, no se encuentra en ninguna otra parte”. En primer lugar, el paisaje: estos grandes valles con humedales, fragmentos de bosque y pajonales solamente se encuentran en el Ecuador (Vásconez, 1999).

La rápida desaparición de la vegetación en el Ecuador ha evidenciado la urgente necesidad de protección a las áreas necesitadas. Una de estas es en la comunidad de Poatug cuya biodiversidad es extraordinaria, especialmente por la dificultad que representa acceder a la zona. Las diversas características del suelo que sustentan la vegetación y las formaciones geológicas, determinan que esta zona contenga una de las más importantes y desconocidas riquezas de flora de la región andina del Ecuador. Según la clasificación de vegetación para el Ecuador continental propuesta, el páramo se encuentra ubicado en la subregión norte de la Cordillera Oriental (Vargas y Velasco, 2011).

Ecuador es uno de los países a nivel mundial considerado como mega diverso, pero esta gran riqueza es en cada uno de los sectores en donde se mantiene una zona de reserva.

Localización

Las zonas de páramo constituyen parte de la región natural Andina o el sistema cordillerano de la zona Ecuatorial. Los páramos húmedos con presencia de frailejones existen solamente en Colombia, Ecuador y Venezuela, en otros países reciben el nombre de punas que se caracterizan por tener otras composiciones biológicas (CARE, 1986).

Altitud y temperatura

La progresión de la altitud relativa en la zona intertropical da origen a una disminución considerable de la temperatura, aproximadamente, 1°C por cada 180 m de altura (a esto se denomina gradiente térmico). Esta disminución de la temperatura con la altitud determina lo que se conoce como pisos térmicos y algunos autores se refieren también a la existencia de fajas o bandas de acuerdo a la altura relativa del relieve, en lugar de pisos. Surge así lo que algunos autores han denominado la Geografía “altitudinal” en los países intertropicales. Se han definido 4 ó 5 pisos (según diversos autores), en los cuales, las temperaturas

medias, las precipitaciones y la insolación pueden variar lo suficiente como para hablar de climas distintos según la altitud (Camaren et al., 2000).

El piso páramo, es el que se ubica entre los 3000 y 4700 msnm. (10 a 0°C.). En las tierras andinas, el término páramo tiene una connotación distinta a la que tiene en España se denomina páramo a una tierra elevada y casi estéril que forma parte de mesas (o mesetas) recortadas por la erosión.

Vegetación

Las especies ayudan a la regulación y captación de agua proveniente de los procesos de condensación en ésta zona. La estructura y composición del subpáramo corresponden a un mosaico de formaciones arbustivas, que también cumple una función esencial de protección, mantenimiento y recarga de acuíferos.

La biodiversidad es la riqueza total en composición y número de manifestaciones de las formas de vida en la naturaleza; incluye toda la gama de variación y abundancia de genes, organismos, poblaciones, especies, comunidades, ecosistemas y los procesos ecológicos de los que son parte. Según su complejidad (de lo simple a lo complejo), la biodiversidad se divide en genes, especies y ecosistemas (Margo y Salafsk, 1998).

Clima

Con respecto al clima, incluye tres de las nueve grandes clases de clima del país: Clima ecuatorial mesotérmico semihúmedo a húmedo, el cual se presenta entre los 3000 y 3200 msnm., tiene una precipitación entre 500 y 2000 mm y posee temperaturas medias anuales entre 16 y 20°C.

Clima ecuatorial frío de alta montaña, que se presenta entre los 3000 y 3200 m.s.n.m., tiene una precipitación entre 800 y 2000 mm y posee temperaturas medias anuales menores a 16°C.

Clima tropical megatérmico muy húmedo, que se presenta entre los 1000 y 2000 msnm., tiene una precipitación mayor a 2000 mm y posee temperaturas mayores a 22°C.

La combinación de prácticas específicas de manejo de la tierra, así como las características de los suelos y las prácticas de manejo están influenciadas por las oportunidades y restricciones representadas por el ambiente físico, la historia del uso de la tierra, fuerzas socioculturales y económicas y el conocimiento y habilidades de los lugareños (Medina, 2009).

La degradación de los recursos naturales en especial del suelo, debido al mal uso, ha ocasionado la demanda de intervención en áreas de protección, como por ejemplo los bosques naturales, con el objeto de conseguir una mejor situación de vida de los habitantes del sector.

Especies forestales

Arrayán

Nombre científico *Luma apiculata*, esta especie pertenece a la familia Myrtaceae, son árboles relativamente pequeños, de 3 a 8 m de altura y diámetros de hasta 25 cm. El fruto de algunas especies es comestible para el hombre y para las aves, tiene un sabor dulce agradable. Se lo utiliza principalmente en linderos, leña, carbón; su madera se utiliza para muebles de calidad, en construcciones para tablas, vigas y pilares. Las hojas sirven para tomar infusiones, se las mastica para mantener la dentadura sana y sirven también para darle un mejor aroma y sabor a la comida (Loján y Sadd, 2003).

Arbusto de follaje perenne que puede alcanzar hasta los 3 metros de altura. Hojas coriáceas y relucientes, ovato lanceoladas, agudas y opuestas, que al restregarlas son muy aromáticas. Las flores de los mirtos son blancas, nacen de las axilas de las hojas y se disponen sobre unos pedúnculos más o menos largos. Tienen como

fruto unas bayas comestibles que enriquecen el colorido del arbusto. - Frutos: bayas negras azuladas (Dspace.esPOCH.edu.ec, 2014).

Clasificación taxonómica

Reino: Plantae
División: Fanerógama magnoliophyta
Clase: Magnoliopsida
Orden: Myrtales
Familia: Myrtaceae
Especie: Myrcianthesrhopaloide

Fuente Slideboom (2014)

Descripción botánica

Arrayan es arbusto o árbol, con inflorescencias básicamente formadas de dicasios con la flor central sésil, flores 1–7; flores con 4–5 lóbulos del cáliz libres, imbricados en el botón, persistentes en el fruto; hipanto no prolongado sobre el ovario; pétalos en igual número que lóbulos del cáliz, conspicuos, blancos, imbricados y con pintas rosadas en el botón; ovario bilocular, óvulos en placenta central y bayas con una semilla madura (Dspace.esPOCH.edu.ec., 2014).

Propiedades medicinales

Para infecciones pulmonares y bronquiales, urinarias (cistitis) e intestinales es un poderoso antiséptico pulmonar usado en numerosas especialidades farmacéuticas en forma sobre todo de supositorios; el cocimiento de los frutos y hojas es muy útil para el cabello, limpia la caspa, deseca las llagas del cuero cabelludo y ennegrece el pelo, detiene su caída, por lo que es útil para prevenir la alopecia (Efloras.org, 2014).

Aliso

El aliso tiene como nombre científico *Alnus acuminata*, su nombre común aliso, pertenece a la familia *Betulaceae*, su orígenes Córcega, sur de Italia. El aliso sirve para fijar CO₂, porque produce madera durable con una calidad razonable o

buenas. El aliso se reconoce como “blanco” o “rojo”, la diferencia radica en la coloración de la madera, además tiene diferencias en las características del ritmo de crecimiento, color de madera, color de las hojas, vellosidades en el ápice, forma de copa, altura, presencia o no de raíces preformadas y capacidad o no de rebrotar. En Ecuador crece desde 1 200 hasta 3 450 msnm. Se ha observado la especie en zonas con una temperatura promedio anual de 7-20°C. Crece con facilidad y modo espontáneo en suelos de textura arenosa, a veces pedregosos y a menudo en las cercanías de las fuentes de agua; sin embargo es sumamente plástica y se adapta a diversos tipos de suelos y condiciones de humedad (Hofstede et al., 2003).

La fijación de nitrógeno, la protección de cuencas hidrográficas y su utilización en sistemas silvopastoriles son los principales usos ecológicos y que benefician al ambiente (Prado y Valdebenito, 2000).

Clasificación taxonómica

Reino: Vegetal plantae
División: Magnoliophyta
Clase: Magnoliopsida
Orden: Fagales
Género: *Alnus*
Especie: *Acuminata*
Nombre científico: *Alnus acuminata* H.B.K.

Fuente: Corpomail.corpoica.org.co., 2014
Origen

Este género comprende una veintena de especies, ampliamente distribuidas en las regiones templadas y frías del hemisferio septentrional, desde Asia y Europa hasta América del Norte (Villasis. 2011).

Características anatómicas

El árbol es monoico, mediano de 10 a 15 m de altura, 25 a 30 cm DAP, fuste cilíndrico, copa amplia, ramificación con follaje esparcido. Corteza de 0,8 a 1 cm,

externa lisa, blanco grisáceo, corteza interna rosada, fácilmente desprendible de la albura (Naranjo, 2012).

En términos generales la copa es angosta, irregular y abierta. En el Ecuador se puede observar esto de acuerdo a la altitud, se puede observar que los alisos de Saraguro 2500 m.s.n.m. presentan una copa más densa y con más follaje, en cambio los procedentes de Carchi 3200 msnm. es abierta (Naranjo, 2012).

El tallo cuando tierno es pubescente, en su parte terminal es de forma triangular y de intenso color azulado, las ramas se disponen de modo alterno y las ramillas se presentan angulosas y de color marrón rojizo u oscuro (Naranjo, 2012).

La corteza es lisa de color gris claro, a veces plateada en árboles jóvenes, cuando adultos en ciertos casos se torna pardo y se agrieta en una serie de escamas delgadas y verticales. También en la corteza se encuentra lenticelas alargadas y blanquecinas de aproximadamente 1,5 cm, protuberantes, suberosas, y fáciles de identificar, el espesor de 1 mm (Naranjo, 2012).

El sistema radicular es amplio y se extiende muy cerca de la superficie del suelo. Muchas raíces son leñosas y superan a veces en longitud a la altura total del árbol. En suelos arenosos y de origen aluvial se nota una tendencia a desarrollar raíces pivotantes y poco superficiales, los nódulos que recubren con una epidermis decoloración parda o amarillenta ocurren en las raíces de las plantas a la temprana edad, a los dos meses se los puede observar desde la base de las raíces hasta la punta de las raicillas (Naranjo, 2012).

Características botánicas

El color de las hojas es verde intenso en el lado superior, algo más claro en el lado inferior. Limbo peciolado y aovado, hasta 0,2 m de largo, con pecíolos de 0,02 m y algo más. Borde ligeramente dentado. Nervadura, áspera y muy marcada. Inserción en las ramas, alternadas (Villasis. 2011).

El aliso posee hojas caducas alternas estipuladas, simples ovaladas, el pecíolo es pubescente. Las hojas son aserradas en el margen, lisas y brillantes, verde oscuro y nítidas en el haz, nervaduras prominentes y pilosas en el envés (Villasis, 2011).

La especie es monoica. Las flores aparecen en inflorescencias alargadas en la misma rama, siendo el cáliz un poco difícil de distinguir y la corola presenta una coloración amarillenta (Villasis, 2011).

Las inflorescencias masculinas son alongadas de numerosas brácteas deltoides con tres flores y un cáliz cada una, este cáliz es membranoso y algo imbricado, las brácteas se presentan en varios casos duras y cada una de ellas se encuentra protegiendo una cima triflora y sustentada por un pedúnculo con cuatro bractéolas (Villasis, 2011).

Generalmente las inflorescencias se encuentran dispuestas al final de las ramas en amentos de hasta de 14 cm. de longitud y una coloración verde amarillenta de forma cilíndrica y colgantes. Se desarrollan antes que aparezcan las hojas y, en la mayoría de los casos, se caen enteros después de la floración (Villasis, 2011).

Las inflorescencias femeninas son de forma cilíndrica u ovoide, semejantes a conos cortos erectos de 0,7 cm a 2,5 cm de largo y de 0,5 cm. a 1,2 cm de diámetro, brácteas imbricadas con dos flores por bráctea, el ovario de 3 mm de longitud aproximadamente, se presenta desnudo-aplanado con dos celdas biloculares, con un óvulo por el lóculo, los óvulos solitarios y adheridos cerca del ápice de cada celda, el estigma bífido.

Los frutos que tienen la forma de conos o piñas pequeñas, aparentemente se encuentran durante todo el año aunque en algunos lugares son más frecuentes de enero a junio.

Para obtener semilla se recomienda coleccionarlos cuando están de color amarillo oscuro o marrón claro antes de que se sequen en el árbol, es mejor secarlos bajo la sombra en lugares ventilados, sobre una tela o papel a fin de que las semillas queden sobre ella (Villasis, 2011).

Yagual

El grupo se caracteriza por ser polinizado por el viento, son plantas caracterizadas por poseer un tronco retorcido, aunque en algunas áreas algunos árboles pueden llegar a alcanzar 15-20 m de alto y troncos con 2 m de diámetro. El follaje es siempre verde, con pequeñas hojas densas y ramas muertas.

Según ENGLERS su clasificación es

Reino Plantae.

División.....Spermatophytae.

Subdivisión.....Angiospermae.

Clase.....Dicotyledoneae

Subclase.....Archyclamidae.

Orden.....Rosales.

Familia.....Rosaceae.

Genero.....Polylepis.

Nombre Científico.....*Polylepis incana* , *Polylepis racemosa*

Nombre común.....Yagual, árbol de papel, quinal

Comprende aproximadamente 28 especies nativas de los Andes Tropicales

El nombre *Polylepis* deriva de dos palabras griegas, poly (muchas) y letis (láminas), refiriéndose a la corteza compuesta por múltiples láminas que se desprenden en delgadas capas. Este tipo de corteza es común en todas las especies del género. La corteza es gruesa y cubre densamente el tronco, que protege el tronco contra bajas temperaturas e incendios. Algunas especies forman bosques que crecen a lo largo de la línea de árboles e incluso llegan a mayores elevaciones, rodeados por pastizales y arbustales. (Chepstow, Winfield. 2000)

Pumamaqui

Su nombre viene de la forma de sus hojas. Los indígenas las describen como la de una “mano de puma”, de allí su nombre común “pumamaqui”. Para los antepasados fue un árbol sagrado, porque le atribuían fuerzas protectoras. Le

tenían cerca de sus casas y utilizaban la madera para tallar cucharas, fuentes y platos (Naranjo, 2012).

Los tipos de suelo derivados de las rocas evidentemente han influido en la vegetación y en la composición florística. No obstante, son necesarios estudios más detallados de la geología de los suelos derivados y de la vegetación para revelar las relaciones y condiciones que determinan la distribución restringida de ciertas plantas en determinados hábitat (Naranjo, 2012).

Árboles o arbustos, algunas veces epífitos, dioicos o frecuentemente poligamodioicos, glabros o con pelos estrellados. Hojas lobuladas o enteras, pecíolo dilatado en la base. Panículas o racimos terminales o subterminales, cabezuelas globosas o alargadas, con brácteas. Flores (4–)5(–6)-meras, sostenidas por bractéolas pubescentes; tubo floral obcónico, unido al ovario, continuo con el pedicelo; cáliz cupuliforme con el limbo truncado o lobulado; pétalos oblongos; estambres en igual número y alternos a los pétalos, insertos en un disco poco desarrollado, anteras versátiles; ovario en las flores femeninas con el mismo número de lóculos que de estilos, óvulo solitario; estilos en las flores masculinas 1 ó 2, en las femeninas 5–12, libres o ligeramente unidos en la base. Fruto globoso o elipsoide con cáliz y estilo persistentes (Naranjo, 2012).

El género *Oreopanax* consta de 80 especies distribuidas en América tropical. En el Ecuador se considera que existen no menos de 30 especies. Son un componente importante de los bosque andinos, donde están representadas 19 especies. El género presenta dificultades taxonómicas debido a la plasticidad fenotípica de las especies y sin duda necesita una revisión sistemática (Naranjo, 2012)

Taxonomía

Según Moncayo (1989) la taxonomía para el género *Oreopanax* es la siguiente: especie perteneciente al Reino Plantae, División Magnoliophyta; Clase Angiospermae, Subclase Magnolopsida, Orden Apiales, Familia Araliaceae, Género *Oreopanax*, Nombre científico *Oreopanax ecuadorensis* (Naranjo, 2012).

Usos

Existen varios usos que ofrece el pumamaqui tanto medicinales como de uso maderable, a más del papel importante que ejerce como parte de la biodiversidad del cordillera de los Andes (Dueñas, 2012).

Pumamaqui se ha caracterizado por poseer lo siguientes principios activos como: aceites esenciales, taninos, sapogeninas y ácido diterpénico, los cuales se usan para efectos medicinales como: astringente, cicatrizante, anti- séptico o desinfectante (Dueñas, 2012).

Las partes que se usan son las hojas en infusión que sirven para lavar heridas, fracturas, salpullidos y granos. Esta misma infusión se usa en los baños de las puérperas y en las fiebres (Dueñas, 2012).

En forma de emplastos puede ser usado para tratar fracturas, heridas y para contrarrestar las “cogidas del sol”. El baño de las mujeres luego del parto, se prepara además con hojas de colca, romero, nogal, laurel y aguacate. Recomendándose siempre que luego del baño la persona mantenga reposo. Esta agua de baño también puede ser preparada con lo que los indígenas de Pesillo denominan “planta de cerro”: arrayán, serote, matatzi (Dueñas, 2012).

Bioestimulantes

Bioestimulante: es un término utilizado para describir sustancias orgánicas, que cuando se aplican en pequeñas cantidades afectan el crecimiento de las plantas y su desarrollo. Los bioestimulantes pueden incluir fitohormonas, tales como giberelinas, citoquininas, ácido absicico, acidojasmónico, auxinas, etc. En la industria habitualmente se emplea este término para referirse a extractos de algas principalmente ácido húmico, pero también se refiere a fungicidas del grupo de los triazoles y ácido salicílico. Los bioestimulantes se usan para hacer que las plantas sean más tolerantes a los estreses del medio ambiente.

Estos se aplican específicamente para neutralizar los radicales de oxígeno.

Los bioestimulantes son moléculas con una muy amplia gama de estructuras, pueden estar compuestos por hormonas o extractos vegetales metabólicamente activos, tales como aminoácidos y ácidos orgánicos. Son utilizados principalmente para incrementar el crecimiento y rendimiento de plantas, así como para superar periodos de estrés (Chile, 2009).

En el mercado de insumos, en tanto, existen diferentes productos que apuntan a distintos resultados. Así es que algunos estimulan más el sistema subterráneo de la planta, en tanto que otros están más dirigidos a la parte aérea o productiva.

La bioestimulación apunta a entregar pequeñas dosis de compuestos activos para el metabolismo vegetal, de tal manera de ahorrarle a las plantas gastos energéticos innecesarios en momentos de estrés. De esta forma se logra mejorar largo de brotes, cobertura foliar, profundidad de los sistemas radiculares (Chile, 2009).

Trichoderma harzianum

Es un tipo de hongo que se utiliza en el control biológico contra la lucha de enfermedades producidas por hongos dañinos en las plantas. Una de las funciones principales del hongo *Trichoderma harzianum* es su tendencia a desarrollar relaciones simbióticas con las plantas; los hongos crecen sobre las raíces, ayudando a desarrollar más para a su vez tener más espacio en donde crecer. El hongo *Trichoderma* actúa además como fungicida, por lo que añadirlos a la tierra de cultivo antes de la siembra es muy beneficioso (Agrotterra, 2014).

El género *Trichoderma* es un hongo cosmopolita, habitante natural del suelo y algunas de sus especies tienen la habilidad de producir enzimas que atacan o inhiben a hongos fitopatógenos y que lo hacen un excelente agente de biocontrol. Gran parte del potencial de este hongo radica en el hecho de que presenta un amplio espectro de antagonismo con la capacidad de controlar muchos fitopatógenos como *Rhizoctonia*, *Pythium*, *Sclerotium* y *Phytophthora* entre otros,

que afectan muchos cultivos de interés comercial como maíz, cebolla, tomate, fríjol, trigo, etc (Agroterra, 2014).

Composición

Ingrediente activo: *Trichoderma harzianum*. Contiene: 25 x 10 a la novena upc/ml de producto; registro MAG: 020611018. Elaborado por MIKROBEN-Dto. de Fitopatología de la Escuela Superior Politécnica del Chimborazo (Sánchez, 2008).

Modo de acción

Trichoderma harzianum a más de su acción bioestimulante controla a hongos fitopatógenos de los géneros *Fusarium*, *Pythium*, *Sclerotinia*, *Rhizoctonia*, *Sclerotium*, *Alternaria*, *Botrytis*, *Phytophthora*, *Mycospharella*, *Verticilium*.

No se conocen efectos adversos en el hombre, aves, peses, micoorganismos benéficos o plantas de follaje sensible; no mata inmediatamente pero una vez que los hongos fitopatógenos entren en contacto con el producto, el control se da por competición física, y por efecto del hiperparasitismo (Aguirre, 2014).

Precauciones

Mantener fuera del alcance de los niños, no fumar ni consuma alimentos durante el manejo, mezcla o uso del producto. El uso cuidadoso del producto es una buena práctica. Conservarse en refrigeración de 4°C o en lugar fresco (Sánchez, 2008).

Recomendaciones para el uso

La aplicación se puede realizar con los métodos convencionales de aspersión, pudiendo aplicarse al suelo y al follaje utilizando una dosis de 1000 y 1500 cc/ha en cualquier etapa del ciclo del vegetal.

Aplicar en horas de la mañana o la tarde. Para cultivos como: flores, babaco, tomate riñón, mora, melón, café cacao, pimienta, palma, maracuyá , naranjilla, banano ,lechuga, col, papas, cebolla, ajo, brócoli (Sánchez, 2008).

Preparación de la mezcla

Utilizar agua y un recipiente limpio, libre de residuos de fungicidas. Adicionar el producto y agitar hasta que se suspenda completamente. Utilizar coadyuvantes compatibles en caso de ser necesarios. Verter en la cantidad total de agua y agite vigorosamente (Sánchez, 2008).

Compatibilidad

Es compatible con herbicidas, insecticidas químicos, fertilizantes de reacción ácidos e insecticidas biológicos cuya formulación sea a base de hongos, no es compatible con fungicidas ni con productos desinfectantes del suelo, por lo cual tomar precauciones (Sánchez, 2008).

Biocat 15

Enmienda húmica líquida de origen vegetal especialmente formulada para incorporarse en el agua a través del sistema de riego. Producto empleado en agricultura ecológica según el reglamento (CE) N° 834/2007. Sus efectos inmediatos se resumen en: mejora de la estructura del suelo. Efecto biológico, incrementa la población microbiana. Mejora la absorción de nutrientes al desbloquearlos (Horticom, 2014).

Composición:

Extracto húmico total 15 % p/p,

Ácidos húmicos 7% p/p

Ácidos fúlvicos 8% p/p

Dosis:

Frutales vía suelo 10-25 l/ha; horticultura vía suelo 10-25 l/ha; ornamentales vía suelo 10-20 l/ha; viveros vía suelo 1-2 l/1000 agua. Realizar 3-4 aplicaciones durante el cultivo (Horticom, 2014).

2.4.2 Marco teórico de la variable dependiente

Revegetación: es una práctica que consiste en devolver el equilibrio o restaurar la cubierta vegetal de una zona donde sus formaciones vegetales originales están degradadas o alteradas.

Ecología: es la ciencia que estudia a los seres vivos, su ambiente, la distribución, abundancia y cómo esas propiedades son afectadas por la interacción entre los organismos y su ambiente. En el ambiente se incluyen las propiedades físicas que pueden ser descritas como la suma de factores abióticos locales, como el clima y la geología y los demás organismos que comparten ese hábitat (factores bióticos). La visión integradora de la ecología plantea que es el estudio científico de los procesos que influyen la distribución y abundancia de los organismos, así como las interacciones entre los organismos y la transformación de los flujos de energía y materia. Páramo: es un ecosistema montano intertropical con predominio de vegetación tipo matorral (arbustos). Se ubican por lo general, desde altitudes de aproximadamente 3000 msnm hasta los 4000 o 5000 msnm.

2.5 HIPÓTESIS

Ho: A los 3000 metros sobre el nivel del mar las especies forestales nativas no presentan los mejores resultados de adaptación.

Ha: A los 3000 metros sobre el nivel del mar las especies forestales nativas presentan los mejores resultados de adaptación.

2.6 VARIABLES DE LA HIPÓTESIS

2.6.1 Variables independientes

Para cada piso altitudinal (3000, 3250 y 3500msnm.), las variables independientes fueron:

Cuatro especies forestales nativas: aliso (*Alnus acuminata*), yagual (*Polylepys incana*), pumamaqui (*Oreopanax ecuadorensis*) y arrayán (*Luma apiculata*).

Bioestimulantes: Biocat y *Trichoderma harzianum*.

2.6.2 Variables dependientes

Para cada piso altitudinal (3000, 3250 y 3500 msnm), las variables dependientes se consideraron aquellas relacionadas con el comportamiento de las especies investigadas, con este propósito se midió:

Crecimiento radicular: longitud de la raíz principal, volumen del sistema radicular; crecimiento vegetativo: altura de planta, diámetro basal del tallo y sobrevivencia de plantas.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 ENFOQUE

Esta investigación fue enfocada de una manera cualitativa-cuantitativa, pues se reportaron datos sobre la cantidad y calidad de plantas, reflejándose en la vigorosidad del follaje y de la calidad del sistema radicular.

3.2 MODALIDAD BASICA DE LA INVESTIGACIÓN

La modalidad de la investigación fue de campo, sustentada con la revisión documental recolectada durante el proceso de realización y ejecución del trabajo.

3.2.1 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN

El trabajo es de tipo experimental, ya que existe manejo de variables independientes que incidió en el crecimiento y desarrollo de las plantas, los cuales fueron sometidos a análisis y explicación técnica de los resultados obtenidos.

3.3 DISEÑO EXPERIMENTAL

Para cada piso altitudinal (3000, 3250 y 3500 msnm), los factores en estudio fueron:

Especies forestales nativas

Aliso (*Alnus acuminata*) E1

Yagual (*Polylepys incana*) E2

Pumamaqui (*Oreopanax ecuadorensis*) E3

Arrayán (*Luma apiculata*) E4

Bioestimulantes

Biocat	B1
<i>Trichoderma harzianum</i>	B2

Para cada piso altitudinal (3000, 3250 y 3500 msnm), se utilizó el diseño experimental de parcelas divididas con arreglo factorial de 4 x 2, con seis repeticiones, asignando las parcelas principales al factor especies forestales nativas y las sub parcelas el factor bioestimulantes.

3.3.1 TRATAMIENTOS

Para cada piso altitudinal (3000, 3250 y 3500 msnm), los tratamientos fueron ocho, resultantes de la combinación de los factores en estudio, como se describe en el cuadro 2.

Tabla1. TRATAMIENTOS

Tratamientos		Especies forestales nativas	Bioestimulantes
No.	Símbolo		
1	E1B1	Aliso (<i>Alnus acuminata</i>)	Biocat
2	E1B2	Aliso (<i>Alnus acuminata</i>)	<i>Trichoderma harzianum</i>
3	E2B1	Yagual (<i>Polylepys incana</i>)	Biocat
4	E2B2	Yagual (<i>Polylepys incana</i>)	<i>Trichoderma harzianum</i>
5	E3B1	Pumamaqui (<i>Oreopanax ecuadorensis</i>)	Biocat
6	E3B2	Pumamaqui (<i>Oreopanax ecuadorensis</i>)	<i>Trichoderma harzianum</i>
7	E4B1	Arrayán (<i>Luma apiculata</i>)	Biocat
8	E4B2	Arrayán (<i>Luma apiculata</i>)	<i>Trichoderma harzianum</i>

Elaborado por: Ing. Giovanni Cunalata 2013

3.3.2 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para cada piso altitudinal (3000, 3250 y 3500 msnm), se efectuó el análisis de variancia (ADEVA), de acuerdo al diseño experimental planteado. Pruebas de significación de Tukey al 5% para tratamientos, factor especies forestales nativas e interacción y pruebas de Diferencia Mínima Significativa al 5% para el factor bioestimulantes. Se ha utilizado el programa estadístico InfoStat mediante el cual

nos permitió establecer cuál de las condiciones es la más fue la más óptima para el desarrollo y conservación de la planta.

El análisis económico se efectuó mediante el cálculo de los costos de producción dentro de cada piso altitudinal.

3.3.3 CARACTERÍSTICAS DEL ENSAYO EXPERIMENTAL

Para cada piso altitudinal (3000, 3250 y 3500 msnm), las características del ensayo experimental fueron las siguientes:

Área total del ensayo:	88,4 m ²
Área total de parcelas:	38,4 m ²
Área de caminos:	40,0 m ²
Largo de la parcela:	1,0 m
Ancho de la parcela:	0,8 m
Área por parcela:	0,80 m ²
Separación entre bloques:	1 m
Ancho de los caminos:	1,0 m
Número total de parcelas:	48
Número de plantas por parcela:	4
Número de plantas a evaluar:	4
Distancias entre plantas:	0,40 m
Distancias entre hileras:	0,50 m

3.3.4 ESQUEMA DE LA DISPOSICIÓN DEL ENSAYO

Para cada piso altitudinal (3000, 3250 y 3500 msnm), el esquema de la disposición del ensayo fue el siguiente:

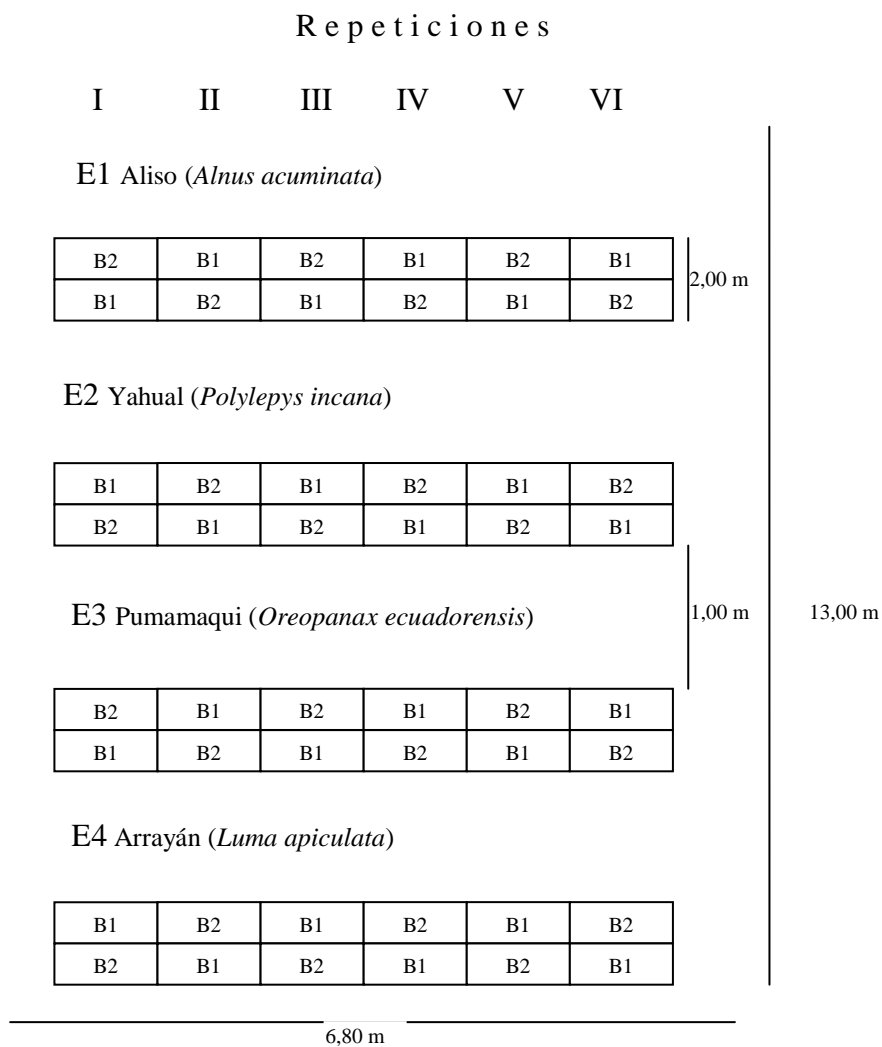
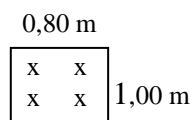


Figura 3. Detalle de parcelas

Detalle de una parcela



3.4 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

La operacionalización de variables para los factores en estudio se muestra en el cuadro 1.

Tabla 2. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variables Independiente	Conceptos	Categorías	Indicadores	Índices
Piso altitudinal	Es un ecosistema montano intertropical con predominio de vegetación tipo matorral (arbustos).	Altura	Piso I	3000 msnm
			Piso II	3250 msnm
			Piso III	3500 msnm
Bioestimulantes	Sustancias orgánicas compuestas por hormonas, extractos vegetales, aminoácidos, ácidos orgánicos, etc, utilizados para incrementar el crecimiento y desarrollo de plantas	Biocat	Dosis	2cc/litro
			<i>Trichoderma harzianum</i>	Dosis
Variable Dependiente	Conceptos	Categorías	Indicadores	Índices
Aliso, Yagual, Pumamaqui Arrayán	Desarrollo de la parte aérea, sistema radicular y sobrevivencia de plantas.	Desarrollo aéreo	Altura planta Diámetro basal	cm
		Desarrollo radicular	Longitud Volumen	cm cc
		Sobrevivencia de plantas	Número de plantas vivas	%

Elaborado por: Ing. Giovanni Cunalata 2013

3.5 PLAN DE RECOLECCION DE LA INFORMACION

3.5.1 Ubicación del ensayo y características del lugar

El presente ensayo se realizó en la comunidad de Poatug, en la parroquia de El Sucre del cantón San Cristóbal de Patate en la provincia de Tungurahua, Ecuador. Esta comunidad se encuentra en la cordillera oriental, con una precipitación alta entre 1500 y 2000 mm, presentando terrenos de fuertes pendientes. Por estas características estos terrenos siempre estuvieron protegidos con bosquetes primarios que desaparecieron hace ya unos cincuenta años atrás, con la producción de carbón principalmente de arrayán. De los análisis de suelos se determinó que las tres muestras (anexos 30, 31 y 32) presentaron suelos con pH ácido, materia orgánica y el nitrógeno total alto.

El primer piso altitudinal (I) se ubicó a los 3000 msnm, en propiedad del Sr. Carlos Gómez Morales, sus coordenadas UTM son: 0780610 y 9859214. Según la clasificación de Holdridge (1979) pertenece al clima ecuatorial de alta montaña. Sus suelos se caracterizan por tener un pH de 5,59, de textura franco, sin embargo son altos en materia orgánica, nitrógeno y fosforo, pero medio en potasio.

El piso altitudinal (II) se ubicó a los 3250 msnm., en propiedad del Sr. Miguel Ángel Llerena, sus coordenadas UTM son: 0781423 y 9858971. Esta parcela tiene una pendiente muy pronunciada superior a las dos restantes. Holdridge (1979) clasifica dentro del clima ecuatorial de alta montaña, sus suelos se caracteriza por tener un pH de 5,88, su textura es franco, sin embargo son altos en materia orgánica, nitrógeno y potasio, pero bajo en fósforo.

El tercer piso altitudinal (III) se ubicó a los 3500 msnm, en propiedad de la Sra. Luz María Yanchaguano; sus coordenadas son: 0782177 y 9859878. Esta parcela tiene una pendiente menor que las anteriores, pero la vegetación ha cambiado, predominando la paja. Su temperatura media es de 9°C, sin embargo se sigue considerando dentro de la clasificación de Holdridge (1979) como del clima

ecuatorial de alta montaña. Sus suelo se caracterizan por tener un pH de 5,01, su textura es franco, sin embargo son altos en materia orgánica y nitrógeno, bajo en fosforo y medio en potasio.

En cada piso altitudinal, se efectuaron las siguientes labores:

3.5.2 Selección de los sitios de ensayo

En reunión general de la comunidad de Poatug se explicó del alcance de la investigación y se seleccionaron a las personas que voluntariamente quisieron colaborar con sus lotes para realizar el ensayo. Se dio a conocer la ubicación de los sitios a los 3000, 3250 y 3500 msnm.

Con dirigentes de la comunidad y propietarios se realizó un recorrido en donde se seleccionaron las parcelas en base a la accesibilidad, características topográficas similares y que estén cerca del camino de acceso.

3.5.3 Definición de parcelas

Con la ayuda de estacas, se procedió a señalar el lugar donde se realizaron las parcelas, las mismas que tuvieron las dimensiones de 1,00 m de largo por 0,80 m de ancho; las mismas que alojaron cuatro plantas. En total se utilizaron 48 plantas por especie.

3.5.4 Toma de muestras de suelo

Para la toma de muestras de suelo, se tomaron varias submuestras cubriendo el área del lugar, las mismas que se mezclaron hasta obtener una muestra de 1 kg, la que fue enviada a los laboratorios de Suelos, Aguas y Alimentos, de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, para su análisis. Los anexos 30, 31 y 32, muestran los resultados en cada piso altitudinal, respectivamente.

3.5.5 Adquisición de plantas

Las plantas de aliso y arrayán se adquieren en el vivero forestal del Honorable Gobierno provincial de Tungurahua, ubicado en el sector de Catiglata en el cantón Ambato. Las plantas de pumamaqui se obtuvieron en el vivero Belisario Quevedo ubicado en la parroquia del mismo nombre en el cantón Latacunga provincia de Cotopaxi; y, la planta de yagual en la comunidad de Tamboloma en el cantón Ambato provincia de Tungurahua.

Las plantas adquiridas fueron de calidad, que cumplieron con las especificaciones de sanidad, en fundas de polietileno color negro de 4 x 6 pulgadas, que estuvieran removidas y lignificadas, a más de presentar una altura uniforme en cada especie.

3.5.6 Hoyado

Una vez definido el lugar, se procedió a efectuar los hoyos, en forma manual, con la ayuda de herramientas del sector (pala, azadón, pico). Para tal efecto, primero se realiza la limpieza de las malezas de la capa superficial y posteriormente se procede a remover la tierra tratando de formar un cubo de 40 x 40 x 40 cm.

3.5.7 Transporte de especies forestales

Las plantas seleccionadas se colocaron en jabas de madera, para que en el transporte no sufran demasiado stres, efectuando un riego. El transporte se hizo en las primeras horas de la mañana.

3.5.8 Plantación

Para la plantación, se procedió a colocar las plantas cerca de cada hoyo ya removido; posteriormente se retira la funda de polietileno y se coloca en cada hoyo; se presiona con fuerza para evitar espacios de aire.

3.5.9 Aplicación de bioestimulantes

Con la ayuda de una bomba manual tipo mochila, se procedió a la aplicación de los bioestimulantes como es el Biocat 15 y *Trichoderma harzianum*. La aplicación de Biocat se efectuó rociando la parte vegetativa de las plantas, en dosis de 2 cc/l; mientras que *Trichoderma harzianum* se aplicó al suelo, alrededor de la planta, en dosis de 1,5 cc/l. La primera aplicación se hizo al momento de la plantación, repitiendo a los 21 días, durante tres ocasiones.

5.6 DATOS TOMADOS

Altura de la planta, se registró la altura de planta, midiendo con flexómetro desde el cuello (a nivel del suelo) hasta el ápice de la misma, a las cuatro plantas que conformaron la parcela. Las lecturas se efectuaron a los 90 y 120 días del trasplante.

Diámetro de tallo, se determinó el crecimiento en diámetro de tallo, midiendo con calibrador Vernier, a cinco cm del suelo, a las cuatro plantas que conformaron la parcela. Las lecturas se efectuaron a los 90 y 120 días del trasplante.

Longitud de la raíz principal, a los 120 días del trasplante, se extrajo del sustrato dos plantas tomadas al azar de cada parcela, (sin dañar el sistema radicular) depositándolas sobre papel periódico y procediendo a medir la longitud del sistema radicular con la ayuda de un flexómetro.

Volumen del sistema radicular, a los 120 días del trasplante, se extrajo del sustrato dos plantas tomadas al azar de cada parcela, (sin dañar el sistema radicular), a las mismas que se determinó el volumen del sistema radicular, mediante el método volumétrico, utilizando una probeta de 500 cc.

Volumen de nódulos radiculares, este valor se determinó únicamente en la plantas de aliso, para lo cual se extrajeron los nódulos de las raíces, para

determinar el volumen mediante el método volumétrico. La lectura se efectuó a los 120 días del trasplante.

Sobrevivencia, al final del ensayo (120 días del trasplante), se contabilizaron las plantas vivas, en cada tratamiento. Los valores se expresaron en porcentaje.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS

4. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

4.1. Datos registrados

4.1.1 Altura de planta a los 90 días

Los valores correspondientes al crecimiento en altura de planta a los 90 días de la plantación, para cada tratamiento, se indican en los anexos 1, 8 y 15, para cada piso altitudinal, respectivamente, con alturas promedios generales de 25,71 cm para el piso 1, 23,80 cm para el piso 2 y 22,15 cm para el piso 3. El análisis de variancia para los tres pisos altitudinales (cuadro 3), reportó diferencias estadísticas altamente significativas para especies forestales, no mostrando significación el factor bioestimulantes, ni la interacción entre los dos factores. Los coeficientes de variación fueron de 5,76%, 18,18% y 12,39%, para cada piso.

Tabla 3. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA ALTURA DE PLANTA A LOS 90 DÍAS

Fuente de Variación	Grados de libertad	Piso altitudinal 1 (3000 msnm)		Piso altitudinal 2 (3250 msnm)		Piso altitudinal 3 (3500 msnm)	
		Cuadrados medios	Valor de F	Cuadrados medios	Valor de F	Cuadrados medios	Valor de F
Repeticiones	5	3,96	1,81 ns	21,81	1,16 ns	7,82	1,04 ns
Espec. for. (E)	3	1258,30	573,8**	752,24	40,2 **	577,42	76,70 **
Error exp. A	15	3,27		15,95		9,45	
Bioestim. (B)	1	6,75	3,08 ns	12,00	0,64 ns	3,80	0,50 ns
E x B	3	1,26	0,57 ns	1,89	0,10 ns	7,40	0,98 ns
Error exp.	20	2,19		18,73		7,53	
Total	47						

Coef. de var. = 5,76% 18,18% 12,39%

ns = no significativo

** = significativo al 1%

Elaborado por: Ing. Giovanni Cunalata

Fuente: análisis estadístico (InfoStat)

Aplicando la prueba de significación de Tukey al 5% para el factor especies forestales nativas, en el crecimiento en altura de planta a los 90 días, en los tres pisos altitudinales, se detectaron cuatro rangos de significación en el piso 1 y tres rangos de significación en los pisos 2 y 3 (cuadro 4).

El mayor crecimiento en altura de planta, reportaron los tratamientos de la especie yagual (*Polylepys incana*) (E2), con promedios de 36,69 cm en el piso 1 (3000 msnm), 30,38 cm en el piso 2 (3250 msnm) y 28,44 cm en el piso 3 (3500 msnm), ubicados todos ellos en el primer rango; destacándose también los tratamientos de aliso (*Alnus acuminata*) (E1) en el piso 2, al compartir el primer rango, con promedio de 28,65 cm. El resto de tratamientos se ubicaron en rangos inferiores, observándose el menor crecimiento en altura de planta, en los tratamientos de pumamaqui (*Oreopanax ecuadorensis*) (E3), con promedios de 12,60 cm, 12,79 cm y 12,27 cm, para cada piso altitudinal, en su orden, todos ellos ubicados en el último rango en la prueba.

Tabla 4. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA ESPECIES FORESTALES NATIVAS, EN LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA A LOS 90 DÍAS

Especies forestales nativas	Piso altitudinal 1 (3000 msnm)		Piso altitudinal 2 (3250 msnm)		Piso altitudinal 3 (3500 msnm)	
	Promedio (cm)	Rango	Promedio (cm)	Rango	Promedio (cm)	Rango
Yagual (E2)	36,69	a	30,38	a	28,44	a
Aliso (E1)	29,94	b	28,65	a	24,58	b
Arrayán (E4)	23,60	c	23,40	b	23,29	b
Pumamaqui (E3)	12,60	d	12,79	c	12,27	c

Elaborado por: Ing. Giovanni Cunalata
Fuente: análisis estadístico (InfoStat)

Los resultados obtenidos en la evaluación del crecimiento en altura de planta a los 90 días de la plantación, permiten deducir que, el mayor crecimiento vegetativo de las plantas ocurrió en el piso altitudinal 1 (3000 msnm), en el mismo que se

destacó la especie forestal nativa yagual (*Polylepys incana*) (E2), con el mayor crecimiento, seguido de aliso (*Alnus acuminata*) (E1), arrayán (*Luma apiculata*) (E4) y de pumamaqui (*Oreopanax ecuadorensis*) (E3), el cual fue el de menor crecimiento. Igual respuesta se obtuvo en el piso altitudinal 2 (3250 msnm), como también en el piso altitudinal 3 (3500 msnm), en donde en general las plantas experimentaron menor crecimiento.

Estos resultados permiten inferir que, para obtener mejores resultados en el crecimiento y desarrollo de las plantas, se deben plantar en condiciones ambientales comprendidas entre los 3000 y 3250 msnm., en las cuales las plantas se desarrollan mejor, lo que permitirá reforestar con éxito los páramos de la comunidad de Poatug, como indica el diario La Hora (2010), que la importancia de los páramos radica en que en estas zonas se concentra la mayor cantidad de caída de agua, por ende hay que planificar su cuidado, por tal motivo, en estos lugares la carga animal debe ser de cero, la crianza de animales como toros salvajes, vacas y todos los animales que poseen pezuña, no deben ser ubicados en el lugar debido a que destruyen el suelo y comen desordenadamente la hierba baja, donde se almacena el agua, que luego es canalizada por canales de riego.

Los municipios de Mocha, Quero, Patate y Tisaleo, tienen diferentes planes de reforestación con plantas como el yagual, aliso, ya que estas son plantas propias de las regiones altas y no absorben mucha cantidad de agua para su supervivencia.

4.1.2 Altura de planta a los 120 días

El crecimiento en altura de planta a los 120 días de la plantación, para cada tratamiento, se muestran en los anexos 2, 9 y 16, para cada piso altitudinal, respectivamente, con alturas promedios generales de 27,31 cm para el piso 1, 27,65 cm para el piso 2 y 26,17 cm para el piso 3. Según el análisis de variancia para los tres pisos altitudinales (cuadro 5), se detectaron diferencias estadísticas altamente significativas para especies forestales, en las tres lecturas, mientras que, el factor bioestimulantes, reportó significación a nivel del 1%, en el piso altitudinal 1. La interacción entre los dos factores no mostró significación. Los

coeficientes de variación fueron de 5,59%, 15,28% y 14,58%, para cada piso altitudinal, en su orden, cuya magnitud confiere alta confiabilidad a los resultados evaluados.

La prueba de significación de Tukey al 5% para el factor especies forestales nativas, en el crecimiento en altura de planta a los 120 días, en los tres pisos altitudinales, separó los promedios en cuatro rangos de significación en los pisos 1 y 3 y tres rangos de significación en el piso 2 (cuadro 6).

El crecimiento en altura de planta fue significativamente mayor, en los tratamientos de la especie.

Tabla 5. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA ALTURA DE PLANTA A LOS 120 DÍAS

Fuente de Variación	Grados de libertad	Piso altitudinal 1 (3000 msnm)		Piso altitudinal 2 (3250 msnm)		Piso altitudinal 3 (3500 msnm)	
		Cuadrados medios	Valor de F	Cuadrados medios	Valor de F	Cuadrados medios	Valor de F
Repeticiones	5	4,40	1,89 ns	32,41	1,82 ns	17,07	1,17 ns
Espec. for. (E)	3	1444,75	619,7**	1212,73	67,9 **	918,67	63,12 **
Error exp. A	15	4,24		25,47		11,57	
Bioestim. (B)	1	36,31	15,58 **	65,33	3,66 ns	0,02	0,01 ns
E x B	3	5,36	2,30 ns	18,04	1,01 ns	4,78	0,33 ns
Error exp.	20	2,33		17,85		14,55	
Total	47						

Coef. de var. = 5,59% 15,28% 14,58%

ns = no significativo
 ** = significativo al 1%

Elaborado por: Ing. Giovanni Cunalata
 Fuente: análisis estadístico (InfoStat)

Yagual (*Polyleps incana*) (E2), con promedios de 38,96 cm en el piso 1 (3000 msnm), 35,98 cm en el piso 2 (3250 msnm) y 34,72 cm en el piso 3 (3500 msnm), ubicados todos ellos en el primer rango; destacándose también los tratamientos de

aliso (*Alnus acuminata*) (E1) en el piso 2, al compartir el primer rango, con promedio de 35,21 cm. El resto de tratamientos se ubicaron en rangos inferiores, observándose el menor crecimiento en altura de planta, en los tratamientos de pumamaqui (*Oreopanax ecuadorensis*) (E3), con promedios de 13,25 cm, 14,69 cm y 14,35 cm, para cada piso altitudinal, en su orden, al ubicarse todos ellos en el último rango en la prueba.

Tabla 6. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA ESPECIES FORESTALES NATIVAS, EN LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA A LOS 120 DÍAS

Especies forestales nativas	Piso altitudinal 1 (3000 msnm)		Piso altitudinal 2 (3250 msnm)		Piso altitudinal 3 (3500 msnm)	
	Promedio (cm)	Rango	Promedio (cm)	Rango	Promedio (cm)	Rango
Yagual (E2)	38,96	a	35,98	a	34,72	a
Aliso (E1)	32,04	b	35,21	a	30,21	b
Arrayán (E4)	24,98	c	24,71	b	25,40	c
Pumamaqui (E3)	13,25	d	14,69	c	14,35	d

Elaborado por: Ing. Giovanni Cunalata
Fuente: análisis estadístico (InfoStat)

Según la prueba de significación de Diferencia Mínima Significativa al 5% para el factor bioestimulantes, en la evaluación del crecimiento en altura de planta a los 120 días de la plantación, en el piso altitudinal 1 (3000 msnm), se establecieron dos rangos de significación bien definidos (cuadro 7). Mayor crecimiento en altura de planta experimentaron los tratamientos que se desarrollaron con aplicación de Biocat (B1), con promedio de 28,18 cm, ubicado en el primer rango; mientras que, los tratamientos que recibieron aplicación de *Trichoderma harzianum* (B2), reportaron menor altura de planta, al ubicarse en el segundo rango, con promedio de 26,44 cm.

Tabla 7. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA BIOESTIMULANTES, EN LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA A LOS 120 DÍAS

	Piso altitudinal 1 (3000 msnm)	
	Promedio (cm)	Rango
Biocat (B1)	28,18	a
<i>Trichoderma harzianum</i> (B2)	26,44	b

Elaborado por: Ing. Giovanni Cunalata
Fuente: análisis estadístico (InfoStat)

Evaluando los resultados obtenidos en el crecimiento en altura de planta a los 120 días de la plantación, permiten afirmar que, el mayor crecimiento vegetativo de las plantas se observó en el piso altitudinal 1 (3000 msnm), en el cual se destacó la especie forestal nativa yagual (*Polylepys incana*) (E2), con el mayor crecimiento, seguido de aliso (*Alnus acuminata*) (E1), arrayán (*Luma apiculata*) (E4) y de pumamaqui (*Oreopanax ecuadorensis*) (E3), el cual fue el de menor crecimiento. Igual respuesta se obtuvo en el piso altitudinal 2 (3250 msnm), como también en el piso altitudinal 3 (3500 msnm), en donde en general las plantas experimentaron menor crecimiento.

Con respecto a la aplicación de bioestimulantes, se detectó que, las plantas que recibieron aplicación de Biocat (B1), experimentaron mayor crecimiento, especialmente en los tratamientos del piso altitudinal 1 (3000 msnm). Estos resultados permiten inferir que, para obtener mejores resultados en el crecimiento y desarrollo de las plantas, se deben plantar en condiciones ambientales comprendidas entre los 3000 y 3250 msnm, con aplicación del bioestimulante Biocat, con las cuales las plantas se desarrollan mejor, con mayor altura de planta, especialmente al utilizar la especie yagual y aliso. En este sentido, Misti.com (2014), cita que, Bocat-15, está fabricado totalmente con productos vegetales y es el resultado de profundos estudios, ensayos y experimentaciones bioquímicas que

permitieron establecer que la formación de las sustancias húmicas se debe a transformaciones complejas de los restos orgánicos de origen vegetal.

El producto está enfocado a mejorar el suelo y la alimentación del vegetal, aprovechando al máximo los abonos minerales e impidiendo la mineralización en el suelo. Su eficacia se pone de manifiesto en suelos pesados, arcillosos, bajos en materia orgánica, con pH elevado y problemas de salinidad.

Después de la aplicación de BIOCAT-15, se puede observar un considerable aumento del sistema radicular de las plantas y en consecuencia el aumento de la parte aérea, es decir, contiene factores de crecimiento, como lo sucedido en el ensayo

4.1.3 Diámetro de tallo

Mediante los anexos 3, 10 y 17, se presenta el crecimiento en diámetro de tallo a los 120 días de la plantación, para cada tratamiento y para cada piso altitudinal, respectivamente, con diámetros promedios generales de 3,93 mm para el piso 1, 3,11 mm para el piso 2 y 3,10 mm para el piso 3. Aplicando el análisis de variancia para los tres pisos altitudinales (cuadro 8), se observaron diferencias estadísticas significativas a nivel del 5% para especies forestales, en el piso altitudinal 1 y a nivel del 1% en los pisos altitudinales 2 y 3. El factor bioestimulantes, reportó significación a nivel del 1%, únicamente en el piso altitudinal 2. La interacción entre los dos factores no mostró significación. Los coeficientes de variación fueron de 17,40%, 11,06% y 18,59%, para cada piso altitudinal, en su orden, los mismos que confieren alta confiabilidad a los resultados que se reportan.

Tabla 8. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA DIÁMETRO DE TALLO

Fuente de Variación	Grados de libertad	Piso altitudinal 1 (3000 msnm)		Piso altitudinal 2 (3250 msnm)		Piso altitudinal 3 (3500 msnm)	
		Cuadrados medios	Valor de F	Cuadrados medios	Valor de F	Cuadrados medios	Valor de F
Repeticiones	5	0,82	1,76 ns	0,21	1,81 ns	0,49	1,48 ns
Espec. for. (E)	3	1,97	4,23 *	18,34	154,4 **	17,90	53,92 **
Error exp. A	15	0,35		0,26		0,40	
Bioestim. (B)	1	0,54	1,15 ns	1,02	8,60 **	0,38	1,13 ns
E x B	3	0,90	1,93 ns	0,01	0,12 ns	0,21	0,64 ns
Error exp.	20	0,47		0,12		0,33	
Total	47						
Coef. de var. =		17,40%		11,06%		18,59%	
ns = no significativo							
* = significativo al 5%							
** = significativo al 1%							
Elaborado por: Ing. Giovanni Cunalata							
Fuente: análisis estadístico (InfoStat)							

Mediante la prueba de significación de Tukey al 5% para el factor especies forestales nativas, en el crecimiento en diámetro de tallo a los 120 días, en los tres pisos altitudinales, se establecieron dos rangos de significación en los pisos 1 y 3 y tres rangos de significación en el piso 2 (cuadro 9). El mayor crecimiento en diámetro de tallo experimentaron los tratamientos de la especie pumamaqui (*Oreopanax ecuadorensis*) (E3), con promedios de 4,31 mm en el piso 1 (3000 msnm), 4,15 mm en el piso 2 (3250 msnm) y 4,35 mm en el piso 3 (3500 msnm), al ubicarse todos ellos en el primer rango; destacándose también los tratamientos de aliso (*Alnus acuminata*) (E1) en el piso 2 y 3, al compartir el primer rango, con promedio de 4,10 mm y 3,94 mm, respectivamente. El resto de tratamientos se ubicaron y compartieron rangos inferiores; en tanto que, el menor crecimiento en diámetro de tallo, se observó en los tratamientos de yagual (*Polylepys incana*) (E2), con promedios de 3,48 mm, 2,60 mm y 2,00 mm, para cada piso altitudinal, en su orden, ubicados todos ellos en el último rango y lugar en la prueba.

Aplicando la prueba de significación de Diferencia Mínima Significativa al 5% para el factor bioestimulantes, en la evaluación del crecimiento en diámetro de tallo a los 120 días de la plantación, en el piso altitudinal 2 (3250 msnm), se registraron dos rangos de significación bien definidos (cuadro 10).

Tabla 9. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA ESPECIES FORESTALES NATIVAS, EN LA VARIABLE DIÁMETRO DE TALLO

Especies forestales nativas	Piso altitudinal 1 (3000 msnm)		Piso altitudinal 2 (3250 msnm)		Piso altitudinal 3 (3500 msnm)	
	Promedio (mm)	Rango	Promedio (mm)	Rango	Promedio (mm)	Rango
Pumamaqui (E3)	4,31	a	4,15	a	4,35	a
Aliso (E1)	4,23	ab	4,10	a	3,94	a
Arrayán (E4)	3,69	ab	1,60	c	2,10	b
Yagual (E2)	3,48	b	2,60	b	2,00	b

Elaborado por: Ing. Giovanni Cunalata
Fuente: análisis estadístico (InfoStat)

El mayor crecimiento en diámetro de tallo reportaron los tratamientos que se desarrollaron con aplicación de Biocat (B1), con el mayor promedio de 3,26 mm, al ubicarse en el primer rango; en tanto que, los tratamientos que recibieron aplicación de *Trichoderma harzianum* (B2), reportaron menor diámetro de tallo, ubicados en el segundo rango, con promedio de 2,97 mm.

Tabla 10. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA BIOESTIMULANTES, EN LA VARIABLE DIÁMETRO DE TALLO

	Piso altitudinal 2 (3250 msnm)	
	Promedio (mm)	Rango
Biocat (B1)	3,26	a
<i>Trichoderma harzian.</i> (B2)	2,97	b

Elaborado por: Ing. Giovanni Cunalata
Fuente: análisis estadístico (InfoStat)

Analizando los resultados de la evaluación estadística del crecimiento en diámetro de tallo a los 120 días de la plantación, es posible informar que, en general, el mayor crecimiento vegetativo de las plantas se observó en el piso altitudinal 1 (3000 msnm), destacándose la especie forestal nativa pumamaqui (*Oreopanax ecuadorensis*) (E3), con el mayor crecimiento en diámetro de tallo, a pesar que fue la especie que menor altura de planta registró, seguido de aliso (*Alnus acuminata*) (E1), arrayán (*Luma apiculata*) (E4) y yagual (*Polylepys incana*) (E2), el cual fue el de menor crecimiento en diámetro de tallo, a pesar que fue la especie con mayor altura de planta. Igual respuesta se obtuvo en el piso altitudinal 2 (3250 msnm), a excepción de la especie arrayán (*Luma apiculata*) (E4), que reportó el menor diámetro de tallo. En el piso altitudinal 3 (3500 msnm), se observaron las mismas tendencias de comportamiento. En relación a la aplicación de bioestimulantes, se detectó que, las plantas que recibieron aplicación de Biocat (B1), experimentaron mayor crecimiento en diámetro de tallo, especialmente en los tratamientos del piso altitudinal 2 (3250 msnm), superando significativamente al resto de tratamientos.

Estas respuestas permiten inferir que, en general las plantas presentaron mayor crecimiento y desarrollo en las condiciones ambientales comprendidas entre los 3000 y 3250 msnm., con aplicación del bioestimulante Biocat, obteniéndose a más

de mayor crecimiento en altura, mejor diámetro de los tallos. Es posible que haya sucedido lo manifestado por Linkagro.com (2014), que Biocat con su contenido de está enfocado a mejorar el suelo y la alimentación del vegetal, aprovechando al máximo los abonos minerales e impidiendo la mineralización del suelo. Su eficacia se pone de manifiesto en suelos fuertes, arcillosos, bajos en materia orgánica, con pH elevado y con problemas de salinidad. Después de la aplicación de BIO CAT-15, puede observarse, un considerable aumento del sistema radicular de las plantas y en consecuencia el aumento de la parte aérea, es decir, contiene factores de crecimiento, lo que favoreció a las especies forestales en su mejor crecimiento vegetativo.

4.1.4 Longitud de la raíz principal

Los anexos 4, 11 y 18, registran el crecimiento en longitud de la raíz principal a los 120 días de la plantación, para cada piso altitudinal, respectivamente, cuyas longitudes promedio general fueron de 26,08 cm para el piso 1, 25,50 cm para el piso 2 y 22,00 cm para el piso 3. Mediante el análisis de variancia para los tres pisos altitudinales (cuadro 11), se establecieron diferencias estadísticas significativas a nivel del 1% para especies forestales, en las tres lecturas. El factor bioestimulantes, reportó significación a nivel del 1%, en los pisos altitudinal 1 y 2. La interacción entre los dos factores fue significativa en el piso altitudinal 3. Los coeficientes de variación fueron de 11,91%, 8,11% y 9,03%, para cada piso altitudinal.

Tabla 11. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA LONGITUD DE LA RAÍZ PRINCIPAL

Fuente de Variación	Grados de libertad	Piso altitudinal 1 (3000 msnm)		Piso altitudinal 2 (3250 msnm)		Piso altitudinal 3 (3500 msnm)	
		Cuadrados medios	Valor de F	Cuadrados medios	Valor de F	Cuadrados medios	Valor de F
Repeticiones	5	1,81	0,19 ns	1,95	0,46 ns	6,36	1,61 ns
Espec. for. (E)	3	200,36	20,8**	656,86	153,6 **	211,07	53,51 **
Error exp. A	15	4,62		16,70		7,22	
Bioestim. (B)	1	85,33	8,84 **	102,08	23,8 **	10,93	2,77 ns
E x B	3	5,15	0,53 ns	1,88	0,44 ns	22,36	5,67 **
Error exp.	20	9,65		4,28		3,94	
Total	47						

Coef. de var. = 11,91% 8,11% 9,03%

ns = no significativo

** = significativo al 1%

Elaborado por: Ing. Giovanni Cunalata

Fuente: análisis estadístico (InfoStat)

Según la prueba de significación de Tukey al 5% para el factor especies forestales nativas, en el crecimiento en longitud de la raíz principal a los 120 días de la plantación, en los tres pisos altitudinales, se registraron tres rangos de significación en los pisos 1 y 2 y dos rangos de significación en el piso 3 (cuadro 12). Las raíces experimentaron mayor crecimiento en longitud, en los tratamientos de la especie aliso (*Alnus acuminata*) (E1), con promedios de 31,71 cm en el piso 1 (3000 msnm), 35,96 cm en el piso 2 (3250 msnm) y 24,85 cm en el piso 3 (3500 msnm), al ubicarse todos ellos en el primer rango; destacándose también los tratamientos de arrayán (*Luma apiculata*) (E4) en el piso 3, al compartir el primero y segundo rangos, con promedio de 24,71 cm. El resto de tratamientos se ubicaron y compartieron rangos inferiores; en tanto que, el menor crecimiento en longitud de la raíz principal, reportaron los tratamientos de pumamaqui (*Oreopanax ecuadorensis*) (E3), con promedios de 22,56 cm, 19,44 cm y 22,53 cm, para cada piso altitudinal, en su orden, ubicados todos ellos en el último rango y lugar en la prueba.

Tabla 12. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA ESPECIES FORESTALES NATIVAS, EN LA VARIABLE LONGITUD DE LA RAÍZ PRINCIPAL

Especies forestales nativas	Piso altitudinal 1 (3000 msnm)		Piso altitudinal 2 (3250 msnm)		Piso altitudinal 3 (3500 msnm)	
	Promedio (cm)	Rango	Promedio (cm)	Rango	Promedio (cm)	Rango
Aliso (E1)	31,71	a	35,96	a	24,85	a
Arrayán (E4)	26,42	b	25,35	b	24,71	ab
Yagual (E2)	23,65	bc	21,25	c	15,92	c
Pumamaqui (E3)	22,56	c	19,44	c	22,53	b

Elaborado por: Ing. Giovanni Cunalata
Fuente: análisis estadístico (InfoStat)

La prueba de significación de Diferencia Mínima Significativa al 5% para el factor bioestimulantes, en la evaluación del crecimiento en longitud de la raíz principal a los 120 días de la plantación, en los pisos altitudinales 1 (3000 msnm) y 2 (3250 msnm), separó los promedios en dos rangos de significación bien definidos (cuadro 13). La longitud de la raíz principal fue significativamente mayor en los tratamientos que se desarrollaron con aplicación de *Trichoderma harzianum* (B2), con el mayor promedio de 27,42 cm en el piso 1 y 26,96 cm en el piso 2, ubicados en el primer rango; mientras que, los tratamientos que recibieron aplicación de Biocat (B1), reportaron la raíz principal de menor longitud, al ubicarse en el segundo rango, con promedios de 24,75 cm y 24,04 cm, en cada piso altitudinal, respectivamente.

Aplicando la prueba de significación de Tukey la 5% para la interacción especies forestales nativas por bioestimulantes, en la evaluación de la longitud de la raíz principal a los 120 días de la plantación, en el piso altitudinal 3 (3500 msnm), se detectaron tres rangos de significación (cuadro 14). La longitud de la raíz principal fue mayor en la interacción E1B2 (Aliso *Alnus acuminata*, *Trichoderma harzianum*), con promedio de 25,50 cm, ubicado en el primer rango;

Tabla 13. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA BIOESTIMULANTES, EN LA VARIABLE LONGITUD DE LA RAÍZ PRINCIPAL

Bioestimulantes	Piso altitudinal 1 (3000 msnm)		Piso altitudinal 2 (3250 msnm)	
	Promedio (cm)	Rango	Promedio (cm)	Rango
<i>Trichoderma harzian.</i> (B2)	27,42	a	26,96	a
Biocat (B1)	24,75	b	24,04	b

Elaborado por: Ing. Giovanni Cunalata
Fuente: análisis estadístico (InfoStat)

Seguido de las interacciones E4B1 (Arrayán *Luma apiculata*, Biocat), E3B2 (Pumamaqui *Oreopanax ecuadorensis*, *Trichoderma harzianum*), E4B2 (Arrayán *Luma apiculata*, *Trichoderma harzianum*) y E1B1 (Aliso *Alnus acuminata*, Biocat), que compartieron el primero y segundo rangos, con promedios que van desde 24,83 cm hasta 24,21 cm. La menor longitud de la raíz principal, por su parte, se observó en la interacción E2B2 (Yagual *Polylepys incana*, *Trichoderma harzianum*), al ubicarse en el tercer rango y último lugar en la prueba, con promedio de 15,01 cm.

Tabla 14. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA LA INTERACCIÓN ESPECIES FORESTALES NATIVAS VERSUS BIOESTIMULANTES, EN LA VARIABLE LONGITUD DE LA RAÍZ PRINCIPAL

Interacción E x B	Piso altitudinal 3 (3500 msnm.)	
	Promedio (%)	Rango
E1B2	25,50	a
E4B1	24,83	a
E3B2	24,82	a
E4B2	24,58	a
E1B1	24,21	a
E3B1	20,24	b
E2B1	16,82	bc
E2B2	15,01	c

Elaborado por: Ing. Giovanni Cunalata
Fuente: análisis estadístico (InfoStat)

Examinando los resultados obtenidos en la evaluación del crecimiento en longitud de la raíz principal a los 120 días de la plantación, permiten informar que, en general, el mejor crecimiento de las raíces de las plantas se alcanzó en el piso altitudinal 1 (3000 msnm), destacándose la especie forestal nativa aliso (*Alnus acuminata*) (E1), con el mayor crecimiento en longitud de la raíz, seguido de, arrayán (*Luma apiculata*) (E4), yagual (*Polylepys incana*) (E2) y pumamaqui (*Oreopanax ecuadorensis*) (E3), el cual reportó las raíces de menor longitud. Igual respuesta se obtuvo en el piso altitudinal 2 (3250 msnm.) y en el piso altitudinal 3 (3500 msnm), a excepción de la especie yagual (*Polylepys incana*) (E2), que reportó el menor valor. Evaluando la aplicación de bioestimulantes, se estableció que, las plantas que recibieron aplicación de *Trichoderma harzianum* (B2), experimentaron mayor crecimiento en longitud de la raíz principal, siendo más notorio en los tratamientos del piso altitudinal 1 (3000 msnm) y piso altitudinal 2 (3250 msnm); por lo que es posible inferir que, en general las plantas presentaron mayor crecimiento y desarrollo del sistema radicular en las condiciones ambientales comprendidas entre los 3000 y 3250 msnm., con aplicación del bioestimulante *Trichoderma harzianum*. Minicultivo.net (2014), cita que *Trichoderma harzianum*, es la única de su familia en la que se ha podido comprobar científicamente un efecto positivo que estimulan y favorecen el efecto resistente en el entorno de las raíces. La planta es más vital y las raíces más desarrolladas. Es un polvo puro y soluble en agua que tiene un efecto estimulante del crecimiento, tanto en las plantas jóvenes y esquejes como en las raíces de las mismas. Reprime los microorganismos y tiene por tanto un efecto positivo en el equilibrio entre los organismos del suelo en todos los sistemas de cultivo, lo que favoreció el crecimiento y desarrollo del sistema radicular de las plantas.

4.1.5 Volumen del sistema radicular

El volumen del sistema radicular registrado a los 120 días de la plantación, para cada piso altitudinal, respectivamente, se registran en los anexos 5, 12 y 19, cuyos volúmenes promedios generales fueron de 14,47 cc para el piso 1, 11,95 cc para el piso 2 y 7,88 cc para el piso 3. El análisis de variancia para los tres pisos altitudinales (cuadro 15), detectó diferencias estadísticas significativas a nivel del 1% para especies forestales, en las tres lecturas. El factor bioestimulantes, reportó

significación a nivel del 1%, en los pisos altitudinal 1 y 2. La interacción entre los dos factores no mostró significación alguna. Los coeficientes de variación fueron de 16,43%, 16,97% y 18,40%, para cada piso altitudinal, en su orden, cuya magnitud confieren alta confiabilidad a los resultados obtenidos.

Tabla 15. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA VOLUMEN DEL SISTEMA RADICULAR

Fuente de Variación	Grados de libertad	Piso altitudinal 1 (3000 msnm.)		Piso altitudinal 2 (3250 msnm.)		Piso altitudinal 3 (3500 msnm.)	
		Cuadrados medios	Valor de F	Cuadrados medios	Valor de F	Cuadrados medios	Valor de F
Repeticiones	5	5,54	0,98 ns	2,10	0,51 ns	0,42	0,20 ns
Espec. for. (E)	3	766,82	135,6 **	297,06	72,21 **	19,11	9,10 **
Error exp. A	15	11,35		3,67		2,63	
Bioestim. (B)	1	61,31	10,9 **	46,51	11,31 **	7,86	3,74 ns
E x B	3	6,17	1,09 ns	12,14	2,95 ns	0,28	0,13 ns
Error exp.	20	5,65		4,11		2,10	
Total	47						
Coef. de var. =		16,43%		16,97%		18,40%	

ns = no significativo

** = significativo al 1%

Elaborado por: Ing. Giovanni Cunalata

Fuente: análisis estadístico (InfoStat)

Aplicando la prueba de significación de Tukey al 5% para el factor especies forestales nativas, en la evaluación del volumen del sistema radicular a los 120 días de la plantación, en los tres pisos altitudinales, se detectaron tres rangos de significación en el piso 1, cuatro rangos en el piso 2 y dos rangos de significación en el piso 3 (cuadro 16).

El mayor volumen del sistema radicular reportaron los tratamientos de la especie aliso (*Alnus acuminata*) (E1), con promedios de 25,00 cc en el piso 1 (3000 msnm), 18,25 cc en el piso 2 (3250 msnm) y 9,29 cc en el piso 3 (3500 msnm), al ubicarse todos ellos en el primer rango; destacándose también los tratamientos de arrayán (*Luma apiculata*) (E4) en el piso 3, al compartir el primer rango, con promedio de 8,59 cc. El resto de tratamientos se ubicaron y compartieron rangos

inferiores; mientras que, el menor volumen del sistema radicular, se registró en los tratamientos de yagual (*Polylepys incana*) (E2), con promedios de 5,65 cc, 6,58 cc y 6,79 cc, para cada piso altitudinal, en su orden, ubicados todos ellos en el último rango y lugar en la prueba.

Tabla 16. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA ESPECIES FORESTALES NATIVAS, EN LA VARIABLE VOLUMEN DEL SISTEMA RADICULAR

Especies forestales nativas	Piso altitudinal 1 (3000 msnm)		Piso altitudinal 2 (3250 msnm.)		Piso altitudinal 3 (3500 msnm.)	
	Promedio (cc)	Rango	Promedio (cc)	Rango	Promedio (cc)	Rango
Aliso (E1)	25,00	a	18,25	a	9,29	a
Arrayán (E4)	14,50	b	13,13	b	8,59	a
Pumamaqui (E3)	12,75	b	9,85	c	6,83	b
Yagual (E2)	5,65	c	6,58	d	6,79	b

Elaborado por: Ing. Giovanni Cunalata
Fuente: análisis estadístico (InfoStat)

La prueba de significación de Diferencia Mínima Significativa al 5% para el factor bioestimulantes, en la evaluación del volumen del sistema radicular a los 120 días de la plantación, en los pisos altitudinales 1 (3000 msnm) y 2 (3250 msnm.), registró dos rangos de significación bien definidos (cuadro 17). El volumen del sistema radicular fue mayor en los tratamientos que se desarrollaron con aplicación de *Trichoderma harzianum* (B2), con promedio de 15,60 cc en el piso 1 y 12,94 cc en el piso 2, ubicados en el primer rango; en tanto que, los tratamientos que recibieron aplicación de Biocat (B1), reportaron menor volumen del sistema radicular, al ubicarse en el segundo rango, con promedios de 13,34 cc y 10,97 cc, en cada piso altitudinal, respectivamente.

Tabla 17. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA BIOESTIMULANTES, EN LA VARIABLE VOLUMEN DEL SISTEMA RADICULAR

Bioestimulantes	Piso altitudinal 1 (3000 msnm)		Piso altitudinal 2 (3250 msnm)	
	Promedio (cc)	Rango	Promedio (cc)	Rango
<i>Trichoderma harzian.</i> (B2)	15,60	a	12,94	a
Biocat (B1)	13,34	b	10,97	b

Elaborado por: Ing. Giovanni Cunalata
Fuente: análisis estadístico (InfoStat)

De la evaluación estadística del volumen del sistema radicular a los 120 días de la plantación, es posible informar que, en general, el mejor crecimiento de las raíces de las plantas se alcanzó en el piso altitudinal 1 (3000 msnm), destacándose la especie forestal nativa aliso (*Alnus acuminata*) (E1), con el mayor volumen del sistema radicular, seguido de, arrayán (*Luma apiculata*) (E4), pumamaqui (*Oreopanax ecuadorensis*) (E3) y yagual (*Polylepys incana*) (E2), el cual reportó las raíces de menor volumen. Igual respuesta se observaron en el piso altitudinal 2 (3250 m.s.n.m.) y en el piso altitudinal 3 (3500 msnm). Evaluando la aplicación de bioestimulantes, se registró que, las plantas que recibieron aplicación de *Trichoderma harzianum* (B2), reportaron mayor volumen del sistema radicular, siendo más evidente en los tratamientos del piso altitudinal 1 (3000 msnm) y piso altitudinal 2 (3250 msnm); lo que hace posible inferir que, en general las plantas presentaron mayor crecimiento y desarrollo del sistema radicular en las condiciones ambientales comprendidas entre los 3000 y 3250 msnm., con aplicación del bioestimulante *Trichoderma harzianum*, que según Elbruixot.com (2014), presenta un importante papel como agente con cualidades de control biológico sobre un amplio espectro de fitopatógenos, siendo considerado un destacado fungicida. Tiene una asombrosa capacidad para colonizar infinidad de medios o sustratos. Su efectividad es aún mayor con la presencia de hongos fitopatógenos, pues *Trichoderma* en estas situaciones aumenta la producción de enzimas que atacan a estos hongos perjudiciales para nuestro cultivo. Tolera

condiciones ambientales muy malas, pudiendo sobrevivir en medios con contaminantes o pesticidas. Parasita, controla y destruye muchos hongos, nematodos y otros fitopatógenos perjudiciales. Crece tomando nutrientes de los organismos a los que parasita, los degrada y a su vez toma materiales orgánicos del sustrato ayudando a su descomposición. El cultivo orgánico beneficia a *Trichoderma harzianum*; características que mejoraron el crecimiento y desarrollo de las raíces de las plantas, obteniéndose consecuentemente mayor volumen.

4.1.6 Volumen de nódulos radiculares

El volumen de los nódulos radiculares, registrado a los 120 días de la plantación, únicamente en las especie aliso (E1), para cada piso altitudinal, respectivamente, se reportan en los anexos 6, 13 y 20, cuyos promedios generales fueron de 2,92 cc para el piso 1, 1,79 cc para el piso 2 y 0,34 cc para el piso 3. Realizando el análisis de variancia para los tres pisos altitudinales (cuadro 18), se establecieron diferencias estadísticas significativas a nivel del 1% para bioestimulantes, en el piso altitudinal 3. Los coeficientes de variación fueron de 20,28%, 23,07% y 17,32%, para cada piso altitudinal, en su orden, valores que confieren alta confiabilidad a los resultados reportados.

Tabla 18. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA VOLUMEN DE NÓDULOS RADICULARES

Fuente de Variación	Grados de libertad	Piso altitudinal 1 (3000 msnm.)		Piso altitudinal 2 (3250 msnm.)		Piso altitudinal 3 (3500 msnm.)	
		Cuadrados medios	Valor de F	Cuadrados medios	Valor de F	Cuadrados medios	Valor de F
Repeticiones	5	0,08	0,24 ns	0,07	0,41 ns	0,00083	0,24 ns
Bioestimulantes	1	0,75	2,14 ns	1,02	5,98 ns	0,07	19,29 **
Error exp.	5	0,35		0,17		0,0035	
Total	11						

Coef. de var. =

20,28%

23,07%

17,32%

ns = no significativo

** = significativo al 1%

Elaborado por: Ing. Giovanni Cunalata

Fuente: análisis estadístico (InfoStat)

Mediante la prueba de significación de Diferencia Mínima Significativa al 5% para el factor bioestimulantes, en la evaluación del volumen de nódulos radiculares a los 120 días de la plantación, para la especie forestal aliso (*Alnus acuminata*) (E1), en el piso altitudinal 3 (3500 msnm), registró dos rangos de significación bien definidos (cuadro 19). Mayor volumen de nódulos radiculares se observó en los tratamientos que se desarrollaron con aplicación de *Trichoderma harzianum* (B2), con promedio de 0,42 cc, ubicado en el primer rango; en tanto que, los tratamientos que recibieron aplicación de Biocat (B1), reportaron menor volumen de nódulos radiculares, al ubicarse en el segundo rango, con promedios de 0,27 cc.

Tabla 19. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA BIOESTIMULANTES, EN LA VARIABLE VOLUMEN DE NÓDULOS RADICULARES

Bioestimulantes	Piso altitudinal 3 (3500 msnm.)	
	Promedio (cc)	Rango
<i>Trichoderma harzian.</i> (B2)	0,42	a
Biocat (B1)	0,27	b

Elaborado por: Ing. Giovanni Cunalata
Fuente: análisis estadístico (InfoStat)

Analizando los resultados del volumen de nódulos radiculares, en la especie forestal nativa aliso (*Alnus acuminata*) (E1), a los 120 días de la plantación, permiten deducir que, en general, las plantas que recibieron aplicación del bioestimulante *Trichoderma harzianum* (B2), reportaron mayor volumen de los nódulos radiculares, siendo más evidente en los tratamientos del piso altitudinal 3 (3500 msnm.); por lo que es posible inferir que, la aplicación de *Trichoderma harzianum*, permite el mayor crecimiento y desarrollo de los nódulos radiculares en la especie aliso, lo que es bueno, por cuanto permitirá la mayor fijación de nitrógeno al suelo. En este sentido, Elbruixot.com (2014), cita que *Trichoderma*

harzianum potencia el crecimiento de la planta por la producción de sustancias estimulantes del crecimiento. Acelera la tasa de reproducción de las raíces por aumento de la multiplicación celular, así la planta tiene una mayor superficie útil para nutrirse y absorber agua. El beneficio se completa a nivel de rizosfera puesto que la micorriza se nutre de tejidos muertos del propio sistema favoreciendo la sanidad del conjunto, lo que favoreció el desarrollo de las raíces de las plantas, con producción de mayor volumen de los nódulos radiculares.

4.1.7 Sobrevivencia

La sobrevivencia de plantas registrado a los 120 días de la plantación, para cada piso altitudinal, respectivamente, se reportan en los anexos 7, 14 y 21, cuyos promedios generales fueron de 97,92% para el piso 1, 95,31% para el piso 2 y 91,67% para el piso 3. Ejecutando el análisis de variancia para los tres pisos altitudinales (cuadro 20), se establecieron diferencias estadísticas significativas a nivel del 5% para especies forestales, los pisos altitudinales 2 y 3. El factor bioestimulantes, reportó significación a nivel del 1%, en los pisos altitudinal 2 y 3. La interacción entre los dos factores reportaron diferencias estadísticas altamente significativas en los pisos altitudinales 2 y 3. Los coeficientes de variación fueron de 9,32%, 10,30% y 6,10%, para cada piso altitudinal, en su orden, cuya magnitud confieren alta confiabilidad en la validez de los resultados.

Tabla 20. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA SOBREVIVENCIA

Fuente de Variación	Grados de libertad	Piso altitudinal 1 (3000 msnm.)		Piso altitudinal 2 (3250 msnm.)		Piso altitudinal 3 (3500 msnm.)	
		Cuadrados medios	Valor de F	Cuadrados medios	Valor de F	Cuadrados medios	Valor de F
Repeticiones	5	52,08	0,62 ns	23,44	0,24 ns	52,08	1,67 ns
Espec. for. (E)	3	69,44	0,83 ns	360,24	3,74 *	1111,11	35,56 **
Error exp. A	15	79,86		120,66		163,19	
Bioestim. (B)	1	52,08	0,62 ns	1054,69	10,95 **	1875,00	60,00 **
E x B	3	52,08	0,62 ns	360,24	3,74 *	625,00	20,00 **
Error exp.	20	83,33		96,35		31,25	
Total	47						

Coef. de var. =

9,32%

10,30%

6,10%

ns = no significativo

* = significativo al 5%

** = significativo al 1%

Elaborado por: Ing. Giovanni Cunalata

Fuente: análisis estadístico (InfoStat)

Según la prueba de significación de Tukey al 5% para el factor especies forestales nativas, en la evaluación de la sobrevivencia de plantas a los 120 días de la plantación, en los pisos altitudinales 2 y 3, se establecieron dos rangos de significación en los dos pisos altitudinales (cuadro 21).

La mayor sobrevivencia de plantas experimentaron los tratamientos de la especie aliso (*Alnus acuminata*) (E1) y arrayán (*Luma apiculata*) (E4), con el 100% de sobrevivencia, tanto en el piso 2 (3250 msnm.) y en el piso 3 (3500 msnm.), al compartir el primer rango; mientras que, la menor sobrevivencia de plantas se registró en los tratamientos de yagual (*Polylepys incana*) (E2), con promedios de 89,58% en el piso altitudinal 2 y 83,33% en el piso altitudinal 3, ubicados en el segundo rango y último lugar en la prueba.

Tabla 21. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA ESPECIES FORESTALES NATIVAS, EN LA VARIABLE SOBREVIVENCIA

Especies forestales nativas	Piso altitudinal 2 (3250 msnm.)		Piso altitudinal 3 (3500 msnm.)	
	Promedio (%)	Rango	Promedio (%)	Rango
Aliso (E1)	100	a	100	a
Arrayán (E4)	100	a	100	a
Pumamaqui (E3)	91,67	ab	83,33	b
Yagual (E2)	89,58	b	83,33	b

Elaborado por: Ing. Giovanni Cunalata
Fuente: análisis estadístico (InfoStat)

Mediante la prueba de significación de Diferencia Mínima Significativa al 5% para el factor bioestimulantes, en la evaluación de la sobrevivencia de plantas a los 120 días de la plantación, en los pisos altitudinales 2 (3250 msnm.) y 3 (3500 msnm.), se detectaron dos rangos de significación bien definidos (cuadro 22).

La mayor sobrevivencia experimentaron los tratamientos que se desarrollaron con aplicación de *Trichoderma harzianum* (B2), con promedio de 100% en el piso 2 y 97,92% en el piso 3, ubicados en el primer rango; mientras que, los tratamientos que recibieron aplicación de Biocat (B1), reportaron menor sobrevivencia de plantas, al ubicarse en el segundo rango, con promedios de 90,63% y 85,42%, en cada piso altitudinal, respectivamente.

Tabla 22. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA BIOESTIMULANTES, EN LA VARIABLE SOBREVIVENCIA

Bioestimulantes	Piso altitudinal 2 (3250 msnm.)		Piso altitudinal 3 (3500 msnm.)	
	Promedio (%)	Rango	Promedio (%)	Rango
<i>Trichoderma harzian.</i> (B2)	100	a	97,92	a
Biocat (B1)	90,63	b	85,42	b

Elaborado por: Ing. Giovanni Cunalata
Fuente: análisis estadístico (InfoStat)

Aplicando la prueba de significación de Tukey la 5% para la interacción especies forestales nativas por bioestimulantes, en la evaluación de la sobrevivencia de plantas a los 120 días de la plantación, en el piso altitudinal 2 (3250 msnm.) y 3 (3500 msnm), se registraron dos rangos de significación bien definidos (cuadro 23). Mayor sobrevivencia reportaron las interacciones E3B2 (Pumamaqui *Oreopanax ecuadorensis*, *Trichoderma harzianum*), E4B1 (Arrayán *Luma apiculata*, Biocat), E4B2 (Arrayán *Luma apiculata*, *Trichoderma harzianum*), E2B2 (Yagual *Polylepys incana*, *Trichoderma harzianum*), E1B2 (Aliso *Alnus acuminata*, *Trichoderma harzianum*) y E1B1 (Aliso *Alnus acuminata*, Biocat), que compartieron el primer rango, con el 100% de sobrevivencia en el piso 2 y promedios que van desde 100% hasta 95,83% en el piso 3.

La menor sobrevivencia, por su parte, se observó en la interacción E2B1 (Yagual *Polylepys incana*, Biocat) en el piso 2, al ubicarse en el segundo rango y último lugar en la prueba, con promedio de 79,17% y en las interacciones E3B1 (Pumamaqui *Oreopanax ecuadorensis*, Biocat) y E2B1 (Yagual *Polylepys incana*, Biocat) en el piso 3, con promedio compartido de 70,83%.

Tabla 23. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA LA INTERACCIÓN ESPECIES FORESTALES NATIVAS VERSUS BIOESTIMULANTES, EN LA VARIABLE SOBREVIVENCIA

Interacción E x B	Piso altitudinal 2 (3250 msnm.)		Piso altitudinal 3 (3500 msnm.)	
	Promedio (%)	Rango	Promedio (%)	Rango
E3B2	100	a	95,83	a
E4B1	100	a	100	a
E4B2	100	a	100	a
E2B2	100	a	95,83	a
E1B2	100	a	100	a
E1B1	100	a	100	a
E3B1	83,33	b	70,83	b
E2B1	79,17	b	70,83	b

Elaborado por: Ing. Giovanni Cunalata
Fuente: análisis estadístico (InfoStat)

Los resultados obtenidos de la evaluación estadística de la sobrevivencia de plantas a los 120 días de la plantación, permiten informar que, en general, la mayor sobrevivencia se obtuvo en el piso altitudinal 1 (3000 msnm.), seguido del piso altitudinal 2 (3250 msnm) y del piso altitudinal 3 (3500 msnm.), destacándose en éstas dos últimas la especie forestal nativa aliso (*Alnus acuminata*) (E1) y arrayán (*Luma apiculata*) (E4), con el 100% de plantas sobrevividas. El resto de especies forestales reportaron menor sobrevivencia, la cual se incrementó conforme el piso altitudinal fue más alto. Evaluando la aplicación de bioestimulantes, se registró que, las plantas que recibieron aplicación de *Trichoderma harzianum* (B2), reportaron mayor sobrevivencia, siendo más evidente en los tratamientos del piso altitudinal 2 (3250 msnm.) y piso altitudinal 3 (3500 msnm.); por lo que es posible inferir que, en general las plantas sobrevivieron más en las condiciones ambientales comprendidas entre los 3000 y 3250 msnm., con aplicación del bioestimulante *Trichoderma harzianum*, destacándose especialmente el aliso y el arrayán. *Trichoderma* según Elbruixot.com (2014), es hongo microscópico que se adapta a cualquier tipo de ambiente, suelo y cultivo, posee una calidad de proteínas muy amplia y es capaz de destruir todos los hongos que atacan a la planta sin dañarla. Contiene metabolitos benéficos que estimulan el crecimiento de la planta, actúa como protector contra los hongos que atacan las raíces de las plantas, estimula la resistencia de la planta, incrementa su crecimiento y la consecuente producción y respeta el ambiente con microorganismos benéficos..

4.2 ANÁLISIS ECONÓMICO

Para analizar los costos de producción de los tratamientos, en la evaluación de cuatro especies forestales nativas en tres pisos altitudinales, con la utilización de dos bioestimulantes, para propiciar una revegetación ecológica activa, en los páramos de la comunidad de Poatug, se determinaron los costos de producción del ensayo en cada piso altitudinal (cuadro 24) considerando entre otros los siguientes valores: \$ 50,00 para mano de obra, \$ 69,47 para costos de materiales, dando el total de \$ 119,47.

Tabla 24. COSTOS DE INVERSIÓN DEL ENSAYO (Para cada piso altitudinal)

Labores	Mano de obra			Materiales				Costo total	
	No.	Costo unit.	Sub total	Nombre	Unid.	Cant.	Costo unit.		Sub total
Selección del sitio	0,50	10,00	5,00	Lote	unid.	1,00	5,00	5,00	10,00
Defi. de parcelas	1,00	10,00	10,00	Flexómetro.	día	1,00	0,25	0,25	10,25
				Estacas	unid.	24,00	0,10	2,40	2,40
Análisis de suelo	0,25	10,00	2,50	Muestra	unid.	1,00	22,00	22,00	24,50
Adquis. De plantas	0,25	10,00	2,50	Aliso	unid.	48,00	0,20	9,60	12,10
				Yagual	unid.	48,00	0,15	7,20	7,20
				Pumamaqui	unid.	48,00	0,18	8,64	8,64
				Arrayán	unid.	48,00	0,20	9,60	9,60
Hoyado	1,00	10,00	10,00	Azadón	día	2,00	0,25	0,50	10,50
				Pico	día	1,00	0,25	0,25	0,25
				Pala	día	1,00	0,25	0,25	0,25
Plantación	1,00	10,00	10,00	Azadón	día	1,00	0,25	0,25	10,25
				Machete	día	1,00	0,25	0,25	0,25
				Tijera	día	1,00	0,25	0,25	0,25
Aplic. Bioestimul.	1,00	10,00	10,00	Biocat	cc	40,00	0,01	0,38	10,38
				<i>Trichoderma</i>	cc	30,00	0,03	0,90	0,90
Total			50,00					69,47	119,47

Elaborado por: Ing. Giovanni Cunalata
Fuente: análisis estadístico (InfoStat)

El cuadro 25, indica los costos de inversión del ensayo desglosados por tratamiento para cada piso altitudinal. La variación de los costos está dada básicamente por el diferente precio de los bioestimulantes aplicados y por el distinto costo de cada especie forestal nativa. Los costos de producción se detallan en tres rubros que son: costos de mano de obra, costos de materiales y costos de la aplicación de los bioestimulantes y material vegetativo por tratamiento. En el mismo se puede observar que, el mayor costo por planta correspondió a las especies aliso y arrayán con aplicación de *Trichoderma harzianum* (\$ 0,642), debido básicamente al mayor costo de la planta, como de la aplicación de *Trichoderma*. El menor costo por planta, por su parte, correspondió a la especie yagual con aplicación de Biocat (\$ 0,587).

Tabla 25. COSTOS VARIABLES DEL ENSAYO POR TRATAMIENTO (Para cada piso altitudinal)

Tratamiento	Mano de obra \$	Materiales \$	Aplicación de bioestimulantes y mat. vegetativo \$	Costo total \$	Costo por planta \$
E1B1	6,25	4,14	4,90	15,29	0,637
E1B2	6,25	4,14	5,03	15,42	0,642
E2B1	6,25	4,14	3,70	14,09	0,587
E2B2	6,25	4,14	3,83	14,22	0,592
E3B1	6,25	4,14	4,42	14,81	0,617
E3B2	6,25	4,14	4,55	14,94	0,622
E4B1	6,25	4,14	4,90	15,29	0,637
E4B2	6,25	4,14	5,03	15,42	0,642

Elaborado por: Ing. Giovanni Cunalata

Fuente: análisis estadístico (InfoStat)

4.3 VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS

Los resultados obtenidos en la evaluación de cuatro especies forestales nativas en a los 3000msnm con la utilización de dos bioestimulantes han arrojado los mejores comportamientos en la adaptabilidad de las plantas, ello permitirá propiciar una revegetación ecológica activa, en los páramos de la comunidad de Poatug, permitiendo aceptar la hipótesis alternativa (Ha).

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

Concluida la investigación “Evaluación de cuatro especies forestales nativas en tres pisos altitudinales, con la utilización de dos bio estimulantes, para propiciar una revegetación ecológica activa, en los páramos de la comunidad de Poatug” perteneciente al cantón Patate, provincia de Tungurahua, se concluye que:

La especie forestal nativa aliso (*Alnus acuminata*) (E1), presentó buenos resultados tanto en el crecimiento y desarrollo vegetativo de las plantas, como en el desarrollo radicular, al reportar las plantas con mayor crecimiento en longitud de la raíz principal (31,71 cm piso (I), 35,96 cm piso (II) y 24,85 cm piso (III)), como mayor volumen del sistema radicular (25,00 cc piso (I), 18,25 cc piso y 9,29 cc piso (III)), registrando así mismo el segundo mejor crecimiento en altura de planta a los 90 días de la plantación (28,65 cm piso (II)), como la segunda mejor altura de planta 120 días (35,21 cm piso (II)) y segundo mayor diámetro de tallo (4,10 cm piso (II) y 3,94 cm piso (III)); obteniéndose consecuentemente la mayor sobrevivencia de plantas (100% en los tres pisos altitudinales), por lo que es una especie apta para ser utilizada en la revegetación de los páramos de la comunidad de Poatug.

La especie forestal nativa yagual (*Polylepys incana*) (E2), por su parte, presentó buenas características en el crecimiento y desarrollo vegetativo de las plantas, al observarse el mayor crecimiento en altura de planta, tanto a los 90 días de la

plantación (36,69 cm piso (I), 30,38 cm piso (II) y 28,44 cm piso (III)), como a los 120 días (38,96 cm piso (I), 35,98 cm piso (II) y 34,72 cm piso (III)). Sin embargo, fueron las plantas que menor diámetro de tallo reportaron (3,48 cm piso (I), 2,00 cm piso (III)), con las raíces de menor crecimiento en longitud de la raíz principal (15,92 cm piso (III)) y menor volumen del sistema radicular (5,65 cc piso (I), 6,58 cc piso (II) y 6,79 cc piso (II)), estableciendo así mismo, la menor sobrevivencia de plantas (89,58% piso (II) y 83,33% piso (III)); siendo una alternativa para utilizar en la reforestación de los páramos de la comunidad de Poatug, especialmente por su mejor crecimiento activo en altura de planta.

Con respecto a arrayán (*Luma apiculata*) (E4), obtuvo un buen crecimiento y desarrollo de la parte aérea, a pesar que reportó el menor diámetro de tallo en el piso (II) (1,60 cm). Por otro lado, se registró el segundo mayor volumen del sistema radicular (8,59 cc piso (III)) y la mayor sobrevivencia de plantas del 100% en los tres pisos altitudinales; por lo que es una alternativa para utilizar en la revegetación de los páramos de la comunidad de Poatug.

Pumamaqui (*Oreopanax ecuadorensis*) (E3), reportó el mayor crecimiento en diámetro de tallo (4,31 cm piso (I), 4,15 cm piso (II) y 4,35 cm piso (III)); a pesar que fueron las plantas de menor crecimiento en altura de planta a los 90 días (12,60 cm piso (I), 12,79 cm piso (II) y 12,27 cm piso (III)) como a los 120 días (13,25 cm piso (I), 14,69 cm piso (II) y 14,35 cm piso (III)). En relación al crecimiento del sistema radicular, se observó que fue la especie que reportó la menor longitud de la raíz principal (22,56 cm piso (I) y 19,44 cm piso (II)); siendo así mismo una alternativa para reforestar los páramos de la comunidad de Poatug, cantón Patate.

En referencia a los bioestimulantes aplicados, los resultados demostraron que, en general, las especies forestales nativas que recibieron aplicación de Biocat (B1), experimentaron mayor crecimiento en altura de planta a los 120 días (28,18 cm

piso 3) y mejor diámetro de tallo (3,26 cm piso (II)); mientras que, las especies forestales nativas que recibieron aplicación de *Trichoderma harzianum* (B2), reportaron en general mayor crecimiento en longitud de la raíz principal (27,42 cm piso (I) y 26,96 cm piso (II)), con mejor volumen del sistema radicular (15,60 cc piso (I) y 12,94 cc piso (II)); reportando así mismo la mayor sobrevivencia (100% piso (I) y 97,92% piso (III)). El mayor volumen de nódulos radiculares en la especie forestal nativa aliso (*Alnus acuminata*) (E1) reportaron así mismo los tratamientos que recibieron aplicación de *Trichoderma harzianum* (B2) con 0,42 cc en el piso (III).

En cuanto a la interacción de especies forestales nativas por bioestimulantes, se destacó especialmente el piso 3, en las interacciones E1B2, E4B1, E3B2, E4B2, E1B1, con el mayor crecimiento en la longitud de la raíz principal (entre 22,50 cm y 24,21 cm) y la mejor sobrevivencia (100%, respectivamente); mientras que, las plantas de la interacción E2B2 reportaron menor crecimiento en longitud de la raíz principal (15,01 cm), con sobrevivencia del 100% en el piso 2 y 95,83% en el piso 3. La menor sobrevivencia de plantas reportó la interacción E2B1 (79,17% en el piso (II) y 70,83% en el piso (III)).

Del análisis de costos se concluye que, el mayor costo por planta correspondió a las especies aliso y arrayán con aplicación de *Trichoderma harzianum* (\$ 0,642), debido básicamente al mayor costo de la planta, como de la aplicación de *Trichoderma*. El menor costo por planta, por su parte, correspondió a la especie yagual con aplicación de Biocat (\$ 0,587).

5.2 RECOMENDACIONES

Una alternativa relevante para propiciar una revegetación ecológica activa, en los páramos de la comunidad de Poatug, perteneciente al cantón Patate, provincia de Tungurahua, en los tres pisos altitudinales (piso 1 3500 msnm., piso 2 3250 msnm. y piso 3 3500 msnm.), es utilizar la especie forestal nativa aliso (*Alnus*

acuminata), por cuanto presentó buenos resultados tanto en el crecimiento y desarrollo vegetativo de las plantas, como en el desarrollo radicular, obteniéndose así mismo el 100% de sobrevivencia de plantas, combinando con la aplicación del bioestimulante *Trichoderma harzianum*, que propició un mayor crecimiento y desarrollo del sistema radicular de las plantas, como mayor volumen de nódulos radiculares.

En plantaciones forestales y silvopastoriles de forma intensiva con plantas de aliso se recomienda realizar la primera aplicación de bioestimulante a base de *Trichoderma harzianum*, en inmersión a la dosis de 1,5 cc/l, unas horas antes de realizar la plantación.

Por las condiciones propias de la comunidad de Poatug, tanto de la pendiente, precipitación, fertilidad, temperatura y tipo de uso de suelo (ganadería) se recomienda realizar plantaciones silvopastoriles y varios tipos de sistemas de plantaciones como: división de potreros, barreras vivas, protección de vertientes protección de taludes y otras, dependiendo de las necesidades todo propendiendo a una revegetación activa ecológica.

La revegetación activa ecológica con las especies de aliso, yagual, pumamaqui y arrayan, debe realizarse hasta una altura de 3500 msnm y sobre esta altura debe realizarse una protección y reactivación ecológica del páramo.

CAPÍTULO VI

PROPUESTA

6.1 TEMA

UTILIZACIÓN DEL ALISO (*Alnus Acuminata*) CON APLICACIÓN DE *Trichoderma Harzianum*, PARA PROPICIAR UNA REVEGETACIÓN ECOLÓGICA ACTIVA, EN LOS PÁRAMOS DE LA COMUNIDAD DE POATUG.

6.2 FUNDAMENTACIÓN

Los bosques y las tierras forestales a nivel de la provincia de Tungurahua, constituyen ecosistemas diversificados que sustentan miles de especies y proporcionan una amplia gama de productos y servicios, cumpliendo de esta manera con importantes funciones sociales, económicas y ambientales. La diversidad de productos que proporcionan los bosques, puede clasificarse en dos grupos: productos maderables y no maderables. La variedad de especies maderables del bosque brinda materia prima para diferentes procesos industriales: madera aserrada, contrachapados, aglomerados, MDF, papel, leña, cartón, materiales de construcción, etc (Barrera, 2000).

En la actualidad la preocupación por el medio ambiente es un tema que atraviesa todo el planeta, en todos los lugares se vienen debilitando ecosistemas, desapareciendo especies, disminuyendo las fuentes de agua, contaminándose el aire y acelerando el calentamiento global, entre otros. Estas expresiones diarias de desequilibrio son consecuencia del mal manejo que se está dando a los recursos ambientales de la tierra (Arellano, 2007).

El cantón Patate es uno de los sectores de mayor índice de deforestación, donde se talan árboles en zonas protegidas del Parque Nacional Llanganates. Aquí nadie dice o hace nada por impedir esta barbaridad en contra del medio ambiente, por tal motivo es necesario realizar la revegetación en el páramo de la comunidad de Poatug, para de esta manera ayudar a minimizar el gran problema que es la deforestación de los páramos.

6.3 OBJETIVOS

Plantar aliso (*Alnus acuminata*) con aplicación del bioestimulante *Trichoderma harzianum*, para propiciar la revegetación ecológica activa, en los páramos de la comunidad de Poatug.

6.4 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

En el Ecuador se pierde cientos de miles de especies, muchas de ellas aún antes de ser descubiertas por la ciencia. De ese modo, no sólo se pierde la variabilidad biológica, sino además la diversidad genética. A través de la historia de la evolución, millones de especies han desaparecido debido a procesos naturales. Una de las principales causas de la extinción de las especies es la destrucción del hábitat. El drenaje de zonas húmedas, la conversión de áreas de matorrales en tierras de pasto, la tala de los bosques la construcción de carreteras y presas, han reducido notablemente los hábitats disponibles. Al producirse la fragmentación de los hábitats en 'islas', la población animal se agrupa en áreas más pequeñas, lo que supone una destrucción mayor del hábitat. En éstas, las especies pierden el contacto con otras poblaciones del mismo tipo, lo que limita su diversidad genética y reduce su capacidad de adaptación a las variaciones del medio ambiente. Estas poblaciones pequeñas son muy vulnerables a la extinción y para algunas especies estos hábitats fragmentados son demasiado reducidos para que una población sea viable.

La presión demográfica que existe sobre los recursos naturales a nivel mundial y local ha permitido un continuo aprovechamiento de los terrenos comunitarios (paramos, pajonales) que no podía ser una excepción en la comunidad de Poatug; se ha delimitado la cota del Parque Nacional Llanganates a una altura de los 3800 m.s.n.m., sin embargo existe zonas de relictos boscosos debajo de ésta cota y la formación de fuentes hídricas muy por debajo de ésta delimitación. Tomando en cuenta las consideraciones expuestas se propone como un recurso importante la elaboración del Plan de forestación en tres pisos altitudinales, con la utilización de micorrizas.

6.5 METODOLOGÍA

Selección del sitio

En reunión general de la comunidad de Poatug se explicará del alcance de de la reforestación de los páramos con aliso. Se dará a conocer la ubicación del sitio en los pisos altitudinales a efectuarse que serán entre los 3000 y 3500 m.s.n.m.. Se realizará un recorrido del sector observando la accesibilidad y las características topográficas.

Toma de muestras de suelo

Para la toma de muestras de suelo, se tomarán varias submuestras cubriendo el área del lugar, las mismas que se mezclaron hasta obtener una muestra de 1 kg, la que será enviada a los laboratorios de Suelos, Aguas y Alimentos, de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, para su análisis.

Adquisición de plantas

Las plantas de de aliso se adquieren en el vivero forestal del Honorable Gobierno provincial de Tungurahua, ubicado en el sector de Catiglata en el cantón Ambato. Las plantas adquiridas serán de calidad, que cumplan con las especificaciones de sanidad, en fundas de polietileno color negro de 4 x 6 pulgadas, a más de presentar una altura uniforme.

Hoyado

Una vez definido el lugar, se procederá a efectuar los hoyos, en forma manual, con la ayuda de herramientas del sector (pala, azadón, pico). Para tal efecto, primero se realizará la limpieza de las malezas de la capa superficial y posteriormente se procede a remover la tierra tratando de formar un cubo de 40 x 40 x 40 cm.

Transporte de especies forestales

Las plantas seleccionadas se colocarán en jabas de madera, para que en el transporte no sufran demasiado stres, efectuando un riego. El transporte se efectuará en las primeras horas de la mañana.

Plantación

Para la plantación, se procederá a colocar las plantas de aliso cerca de cada hoyo ya removido; posteriormente se retirará la funda de polietileno y se colocará una planta en cada hoyo; presionando con fuerza para evitar espacios de aire.

Aplicación de bioestimulantes

Con la ayuda de una bomba manual tipo mochila, se procederá a la aplicación de *Trichoderma harzianum*, aplicando al suelo, alrededor de la planta, en dosis de 1,5 cc/l. La primera aplicación se hará al momento de la plantación, repitiendo a los 21 días, durante tres ocasiones.

6.6 COSTOS

En base a los análisis de costos realizados en el estudio se ha determinado que el aliso tiene un valor a la plantación de \$ 0,64. Como existen diferentes sistemas de plantación se calcula en base a la densidad de plantación por hectárea.

6.7 ADMINISTRACIÓN

Existirá el acompañamiento y vinculación de organismos gubernamentales o privados con la participación directa de la comunidad representada por el presidente (cabildo) quienes se encargarán de la logística como la adquisición de plantas, organización de mingas para la revegetación activa en la comunidad.

6.8 EVALUACIÓN

Las instituciones involucradas, los dirigentes comunitarios y los mismo propietarios se encargaran de dar seguimiento a las plantaciones: reposición de plantas, labor del metro, aplicación de *Trichoderma harzianum*, protección, poda y otras actividades.

BIBLIOGRAFÍA

Acurio, R. 2010. “Técnicas de prevención y control de *Fusarium oxysporum*f.sp.dianthi en clavel *Dianthus caryophyllus* y su incidencia en la productividad”. Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Agronómica. Centro de Estudios de Posgrados. Ambato. Ecuador.

Aguirre. 2014. *Trichoderma harzianum*. En línea. Consultado 15 de febrero del 2014. Disponible en <http://www.agroterra.com/blog/actualidad/trichoderma-harzianum/65418/>.

Arrellano, L. 2007. “Rendimiento y características de planta y panoja en respuesta a nitrógeno y cantidad de semilla”. p.9.

Ballina Ríos, F. 2004. “Paradigmas y perspectivas teórico-metodológicas en el estudio de la administración.” En línea. Consultado 19 de Diciembre del 2011. Disponible en <http://www.uv.mx/iiesca/revista/documents/paradigmas20042.pdf>.

Banco Mundial. 1991. “Extensión de recursos forestales. México”. p. 11-13.

Ballina, F. 2004. “Paradigmas y perspectivas teórico-metodológicas en el estudio de la administración.”.Disponible en

[\(19/12/2011\).
http://www.uv.mx/iiesca/revista/documents/paradigmas20042.pdf](http://www.uv.mx/iiesca/revista/documents/paradigmas20042.pdf).

Barrera, E. 2000. “Diferencias entre zona del páramo”. Buenos Aires, Argentina. p. 22.

Camaren, C.; Chicaiza, L.; Chontasi, R.; Moreno, C. 2000. "Elaboración y Ejecución de Planes de Manejo de Páramo". 111 p.

Chang, L; Gallardo, M.1994. "Gestión Integral de Cuencas Hidrográficas".162 p.

Chepstow-Lusty, A. & M. Winfield (2000). "Inca agroforestry ": lessons from the past». *Ambio* 6 (9): pp. 322-328.

Chile. 2009. "Bioestimulantes". En línea. Consultado 23 de Noviembre del 2013.Disponible en <http://www.chilepotenciaalimentaria.cl/content/view/455958/Bio-estimulantes-Bifenvenidos-al-Fruto-Culturismo.html>.

CARE.1986. "Composiciones biológicas". Cali, Colombia.

Constitución de la república del Ecuador. 2008. "Biodiversidad de recursos naturales". Quito, Ecuador.

Corpomail.corpoica.org.co. 2014."Clasificación taxonómica de aliso". En línea. Consultado 20 de febrero del 2014. Disponible en <http://corpomail.corpoica.org.co/BACFILES/BACDIGI-TAL/56519/56519.pdf>.

Cunalata, G. 1995. "Multiplicación del yagual *Polylepis sp.* con el uso de hormona roothone, evaluando seis sustratos". Tesis. Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Agronómica. Ambato. Ecuador.

Chimbo. T. 2014. "El arrayán". En línea. Consultado el 18 de febrero del 2014.Disponible en <http://dspace.espe.edu.ec/bitstream/123456789/721/1/56T00239.pdf>.

Dueñas. G. 2012. “Usos del pumamaqui”. En línea. Consultado el 15 de febrero del 2014. Disponible en http://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora_id=2-01&taxon_id=123214.

Eschurt. 2014. “*Trichoderma-harzianum*”. En línea. Consultado el 12 de enero del 2014. Disponible en <http://www.elbruixot.com/semillasdemaria/conoce-trichoderma-harzianum/>.

Garrardo, J. 1994. “Elaboración participativa del plan de manejo de los páramos”. Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Escuela de Ingeniería Forestal. Cayambe, Ecuador. p.89-90.

Holdridge, L.R. 1979. “Ecología basada en las zonas de vida”. Trad. del inglés por Humberto Jiménez. San José, C.R., IICA. 216 p.

Horticom. 2014. “Características de Biocat 15”. En línea. Consultado el 1 de marzo del 2014. Disponible en <http://www.horticom.com/empresas/p/Biocat-15-Atlantica/Atlantica-Agricola-S-A/P76642/571>.

La Hora.com. 2014. “Los páramos deben ser mejor atendidos”. En línea. Consultado el 12 de febrero del 2014. Disponible en http://www.lahora.com.ec/index.php/noticias/show/1041255/-1/P%C3%A1ramos_deben_ser_m%C3%A1s_y_mejor_atendidos.html#.UzBNBKhhmmU.

Linkagro. 2014. “Características de Biocat 15”. En línea. Consultado 28 de enero del 2014. Disponible en <http://www.linkagro.com/component/content/article/52-importadora-alaska/361-biocat-15>.

Lojan L.; Sadd, I. 2003. “El verdor de los andes ecuatorianos realidades y promesas”. Ecuador, Editorial SobocGrafic. p. 25-36.

Margo, R.; Salafsk, L. 1998. “Measures of Success: Designing, Managing”, and Monitoring Conservation and Development Projects. Islan Press, 114 pág.

Medina, G.; Hofstede, R.; Segarra, P.; Mena, P. 2003. “Los páramos del mundo”. Ecuador, Editorial Global Peatland. p. 41-56.

Medina, M. 2009. “Larva y hongos afectan los frailejones del páramo de Chingaza”. Pontificia Universidad Javeriana. Colombia. Bogotá, Colombia. p. 2-8.

Mena, P.; Medina, G.; Hofstede, R. 2001. “Los páramos del Ecuador”. Ecuador, Editorial AbyaYala. p. 29-38.

Mitivan. 2014. “Minicultivo *Trichoderma harzianum*”. En línea. Consultado el 22 de enero del 2014. Disponible en <http://www.minicultivo.net/abonos-y-aditivos/canna/aktrivator-trichoderma-harzianum/>.

Misti. R. 2014. “Biocat 15”. En línea. Consultado el 26 de febrero del 2014. Disponible en <http://www.misti.com.pe/web/index.php/liquidados/biocat-15>.

Naranjo, D. 2012. “Comportamiento Inicial de Aliso (*Alnus nepalensis* D. Don) y Cedro Tropical (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn), Asociados Con *Brachiaria* (*Brachiaria decumbens* Stapf) Y Pasto Miel (*Setaria sphacelata* (Schumacher) Stapf & C.E. Hubb)”. Universidad Técnica del Norte. En línea. Consultado el 21 de febrero del 2014. Disponible en <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/812>.

Nordhaus, W. 1990. “Economía mundial de emisión de carbono”. Madrid, España. p. 6-8.

Núñez. A. 2012. "Elaboración de un abono orgánico, mediante la aplicación de microorganismos del género *Trichoderma* spp a partir de la preparación de mezclas de desechos madereros más compuestos orgánicos". Universidad Técnica de Ambato, Carrera de Ingeniería Bioquímica. Centro de Estudios de Posgrados. Ambato. Ecuador.

Ospina, M.2003. "El páramo de Sumapaz un ecosistema estratégico para Bogotá". 17 p.

Prado. R. Valdevenito. M.2000. "Contribución a la Fonología de especies forestales nativas andinas de Bolivia y Ecuador. Quito", Ec., INTERCOOPERATION. 186 p.

Recharte J. Gearhead, J. 2001. "Los páramos altamente diversos del Ecuador: Ecología Política de una eco región". Quito. Ecuador. pp. 55- 85.

Rodríguez. M. 2003. "El paramo de sumapaz un ecosistema estratégico de Bogotá". Sociedad geográfica de Colombia. Bogotá, Colombia. p. 14.

Sánchez. 2008. "*Trichoderma harzianum*". En línea. Consultado el 3 de marzo del 2014. Disponible en http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1027-152X2008000200012&script=sci_arttext

Slideboom. 2014. "Taxonomía del arrayán". En línea. Consultado el 20 de febrero del 2014. Disponible en <http://www.slideboom.com/presentations/206-523/TAXONOMIA>.

Van Der Hammen. 1979. "Medio ambiente y vida natural en el páramo Andino". 86 p.

Vargas. O. Velasco, P. 2011. "Reviviendo nuestros páramos-restauración ecológica de páramos". Editorial Artes Silva.p. 16-22.

Vásconez. P. 1999. “La biodiversidad de paramos en el Ecuador”. Imbabura.
Ecuador. p.20-25.

Villasis. J. 2011. “Características del Pumamaqui”. Escuela Politécnica del
Ejército. Ingeniería en Ciencia Agropecuarias. En línea. Consultado 20 de febrero
del 2014. Disponible en [http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/4944/1/T-
ESPE-IASA%20I-004554.pdf](http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/4944/1/T-ESPE-IASA%20I-004554.pdf).

APÉNDICE

ANEXO 1. ALTURA DE PLANTA A LOS 90 DÍAS (cm), PISO ALTITUDINAL 1 (3000 msnm.)

Tratamientos		Repeticiones						Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III	IV	V	VI		
1	E1B1	28,75	32,00	32,00	29,75	29,75	30,25	182,50	30,42
2	E1B2	29,25	30,25	28,75	27,50	29,50	31,50	176,75	29,46
3	E2B1	39,00	38,00	33,75	33,75	36,75	39,00	220,25	36,71
4	E2B2	40,75	37,00	33,25	37,75	38,00	33,25	220,00	36,67
5	E3B1	13,00	13,00	11,50	14,00	12,50	13,00	77,00	12,83
6	E3B2	12,75	13,00	11,00	12,00	14,00	11,50	74,25	12,38
7	E4B1	26,00	23,50	25,00	24,75	23,75	23,25	146,25	24,38
8	E4B2	23,75	22,50	21,25	24,25	21,75	23,50	137,00	22,83

ANEXO 2. ALTURA DE PLANTA A LOS 120 DÍAS (cm), PISO ALTITUDINAL 1 (3000 msnm.)

Tratamientos		Repeticiones						Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III	IV	V	VI		
1	E1B1	30,75	34,25	36,50	30,25	32,00	37,25	201,00	33,50
2	E1B2	29,75	31,75	29,50	29,00	30,50	33,00	183,50	30,58
3	E2B1	40,00	40,25	38,50	40,00	37,00	39,50	235,25	39,21
4	E2B2	41,00	38,25	33,50	37,75	39,75	42,00	232,25	38,71
5	E3B1	13,50	14,25	13,75	14,25	12,75	13,00	81,50	13,58
6	E3B2	13,00	13,25	12,25	12,50	14,50	12,00	77,50	12,92
7	E4B1	29,25	25,25	26,25	25,75	25,00	27,00	158,50	26,42
8	E4B2	24,00	23,50	22,75	24,75	22,00	24,25	141,25	23,54

ANEXO 3. DIÁMETRO DE TALLO (mm), PISO ALTITUDINAL 1 (3000 msnm.)

Tratamientos		Repeticiones						Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III	IV	V	VI		
1	E1B1	4,50	3,75	4,50	5,00	4,75	5,50	28,00	4,67
2	E1B2	5,50	3,25	3,50	3,75	2,75	4,00	22,75	3,79
3	E2B1	4,00	3,00	3,25	3,50	4,00	4,00	21,75	3,63
4	E2B2	3,00	4,00	4,00	2,00	3,00	4,00	20,00	3,33
5	E3B1	6,00	3,00	4,50	4,75	4,00	4,00	26,25	4,38
6	E3B2	4,00	3,67	5,00	4,25	3,75	4,75	25,42	4,24
7	E4B1	4,00	4,00	3,00	3,00	3,50	3,25	20,75	3,46
8	E4B2	4,00	3,25	4,00	3,75	4,50	4,00	23,50	3,92

ANEXO 4. LONGITUD DE LA RAÍZ PRINCIPAL (cm), PISO ALTITUDINAL 1 (3000 msnm)

Tratamientos		Repeticiones						Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III	IV	V	VI		
1	E1B1	27,50	32,00	31,75	31,50	30,50	32,25	185,50	30,92
2	E1B2	36,00	32,25	34,25	33,00	36,50	23,00	195,00	32,50
3	E2B1	18,75	19,75	22,75	20,00	22,75	24,25	128,25	21,38
4	E2B2	32,25	25,25	22,00	26,50	25,00	24,50	155,50	25,92
5	E3B1	20,50	20,00	21,25	18,75	23,25	24,00	127,75	21,29
6	E3B2	23,25	22,25	25,00	24,50	22,25	25,75	143,00	23,83
7	E4B1	27,75	23,50	24,25	25,00	25,75	26,25	152,50	25,42
8	E4B2	25,00	28,25	28,75	27,00	28,00	27,50	164,50	27,42

**ANEXO 5. VOLUMEN DEL SISTEMA RADICULAR (cc), PISO
ALTITUDINAL 1 (3000 msnm.)**

Tratamientos		Repeticiones						Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III	IV	V	VI		
1	E1B1	17,00	19,50	20,00	29,00	27,50	25,00	138,00	23,00
2	E1B2	28,00	20,00	29,50	27,50	30,50	26,50	162,00	27,00
3	E2B1	4,00	8,50	1,50	2,50	5,50	7,75	29,75	4,96
4	E2B2	6,00	7,00	6,50	5,00	7,00	6,50	38,00	6,33
5	E3B1	14,00	8,50	13,50	12,00	10,50	9,50	68,00	11,33
6	E3B2	15,00	11,50	13,00	16,00	13,00	16,50	85,00	14,17
7	E4B1	13,50	15,00	11,50	16,50	15,00	13,00	84,50	14,08
8	E4B2	15,00	18,50	14,00	12,50	16,00	13,50	89,50	14,92

**ANEXO 6. VOLUMEN DE NÓDULOS RADICULARES (cc), PISO
ALTITUDINAL 1 (3000 msnm.)**

Tratamientos		Repeticiones						Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III	IV	V	VI		
1	B1	3,00	3,00	2,00	2,00	3,00	3,00	16,00	2,67
2	B2	3,00	3,00	4,00	3,00	3,00	3,00	19,00	3,17

**ANEXO 7. SOBREVIVENCIA (%), PISO ALTITUDINAL 1 (3000
msnm.)**

Tratamientos		Repeticiones						Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III	IV	V	VI		
1	E1B1	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	600,00	100,00
2	E1B2	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	600,00	100,00
3	E2B1	75,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	575,00	95,83
4	E2B2	100,00	75,00	100,00	100,00	100,00	100,00	575,00	95,83
5	E3B1	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	600,00	100,00
6	E3B2	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	50,00	550,00	91,67
7	E4B1	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	600,00	100,00
8	E4B2	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	600,00	100,00

**ANEXO 8. ALTURA DE PLANTA A LOS 90 DÍAS (cm) PISO
ALTITUDINAL 2 (3250 msnm.)**

Tratamientos		Repeticiones						Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III	IV	V	VI		
1	E1B1	32,25	32,25	31,25	33,75	23,75	25,00	178,25	29,71
2	E1B2	22,25	31,50	19,75	20,50	35,50	36,00	165,50	27,58
3	E2B1	28,25	33,00	26,25	27,00	36,25	33,50	184,25	30,71
4	E2B2	21,75	31,00	26,00	27,75	35,25	38,50	180,25	30,04
5	E3B1	13,00	10,00	15,00	13,75	13,50	14,25	79,50	13,25
6	E3B2	13,25	10,50	15,00	13,00	10,50	11,75	74,00	12,33
7	E4B1	19,00	25,50	24,25	26,25	22,75	23,50	141,25	23,54
8	E4B2	22,25	25,25	22,75	23,00	24,25	22,00	139,50	23,25

**ANEXO 9. ALTURA DE PLANTA A LOS 120 DÍAS (cm), PISO
ALTITUDINAL 2 (3250 msnm.)**

Tratamientos		Repeticiones						Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III	IV	V	VI		
1	E1B1	32,75	35,75	39,75	46,50	28,75	44,25	227,75	37,96
2	E1B2	28,00	32,00	26,00	25,50	41,00	42,25	194,75	32,46
3	E2B1	32,25	36,25	39,50	28,00	45,50	43,50	225,00	37,50
4	E2B2	32,75	31,75	32,25	28,25	41,75	40,00	206,75	34,46
5	E3B1	13,00	15,75	15,50	16,50	13,75	14,75	89,25	14,88
6	E3B2	14,75	15,25	15,25	13,75	14,50	13,50	87,00	14,50
7	E4B1	25,00	26,25	24,75	26,75	23,00	23,75	149,50	24,92
8	E4B2	25,50	25,75	23,00	23,25	24,25	25,25	147,00	24,50

**ANEXO 10. DIÁMETRO DE TALLO (mm), PISO ALTITUDINAL 2 (3250
msnm.)**

Tratamientos		Repeticiones						Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III	IV	V	VI		
1	E1B1	5,00	4,50	4,50	4,50	3,75	3,50	25,75	4,29
2	E1B2	4,00	3,75	4,25	4,00	4,50	3,00	23,50	3,92
3	E2B1	2,75	2,75	2,75	3,50	2,50	2,25	16,50	2,75
4	E2B2	2,00	2,75	2,25	2,75	2,50	2,50	14,75	2,46
5	E3B1	4,00	4,50	3,75	4,00	4,75	4,50	25,50	4,25
6	E3B2	4,50	4,00	4,25	3,50	4,00	4,00	24,25	4,04
7	E4B1	2,75	1,50	1,50	1,75	1,25	1,75	10,50	1,75
8	E4B2	2,00	1,50	1,25	1,25	1,25	1,50	8,75	1,46

**ANEXO 11. LONGITUD DE LA RAÍZ PRINCIPAL (cm), PISO
ALTITUDINAL 2 (3250 msnm.)**

Tratamientos		Repeticiones						Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III	IV	V	VI		
1	E1B1	31,75	31,50	32,00	40,00	34,00	36,00	205,25	34,21
2	E1B2	35,25	36,75	36,75	41,75	39,50	36,25	226,25	37,71
3	E2B1	19,25	22,75	17,50	16,25	22,50	18,25	116,50	19,42
4	E2B2	19,25	22,25	28,25	20,75	26,00	22,00	138,50	23,08
5	E3B1	20,25	15,50	20,50	18,75	19,75	14,50	109,25	18,21
6	E3B2	25,50	16,00	20,75	23,00	19,75	19,00	124,00	20,67
7	E4B1	24,50	25,75	23,50	22,75	20,50	29,00	146,00	24,33
8	E4B2	29,00	26,00	28,25	21,75	24,75	28,50	158,25	26,38

**ANEXO 12. VOLUMEN DEL SISTEMA RADICULAR (cc), PISO
ALTITUDINAL 2 (3250 msnm.)**

Tratamientos		Repeticiones						Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III	IV	V	VI		
1	E1B1	18,00	14,50	18,00	15,00	15,50	14,50	95,50	15,92
2	E1B2	20,50	19,50	20,50	18,00	22,50	22,50	123,50	20,58
3	E2B1	4,50	7,50	6,00	7,50	5,75	8,75	40,00	6,67
4	E2B2	6,00	7,75	7,50	5,50	5,25	7,00	39,00	6,50
5	E3B1	10,75	10,50	8,50	7,00	9,00	7,50	53,25	8,88
6	E3B2	12,00	10,50	9,50	10,00	11,50	11,50	65,00	10,83
7	E4B1	7,00	14,50	12,00	11,00	13,50	16,50	74,50	12,42
8	E4B2	14,00	11,50	16,00	17,00	10,50	14,00	83,00	13,83

**ANEXO 13. VOLUMEN DE NÓDULOS RADICULARES (cc), PISO
ALTITUDINAL 2 (3250 msnm.)**

Tratamientos		Repeticiones						Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III	IV	V	VI		
1	B1	1,00	2,00	2,00	1,50	1,00	1,50	9,00	1,50
2	B2	2,00	2,00	2,00	2,00	2,50	2,00	12,50	2,08

ANEXO 14. SOBREVIVENCIA (%), PISO ALTITUDINAL 2 (3250 msnm.)

Tratamientos		Repeticiones						Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III	IV	V	VI		
1	E1B1	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	600,00	100,00
2	E1B2	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	600,00	100,00
3	E2B1	75,00	75,00	100,00	100,00	75,00	50,00	475,00	79,17
4	E2B2	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	600,00	100,00
5	E3B1	100,00	100,00	50,00	75,00	75,00	100,00	500,00	83,33
6	E3B2	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	600,00	100,00
7	E4B1	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	600,00	100,00
8	E4B2	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	600,00	100,00

ANEXO 15. ALTURA DE PLANTA A LOS 90 DÍAS (cm) PISO ALTITUDINAL 3 (3500 msnm.)

Tratamientos		Repeticiones						Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III	IV	V	VI		
1	E1B1	27,75	17,75	27,25	26,25	27,25	25,50	151,75	25,29
2	E1B2	29,00	18,00	21,50	24,75	21,00	29,00	143,25	23,88
3	E2B1	34,25	28,75	33,25	28,50	25,25	27,25	177,25	29,54
4	E2B2	21,50	29,50	28,50	29,50	27,00	28,00	164,00	27,33
5	E3B1	12,25	11,75	13,50	13,25	12,50	10,25	73,50	12,25
6	E3B2	13,00	13,00	14,00	11,50	11,75	10,50	73,75	12,29
7	E4B1	26,25	21,00	23,25	22,50	20,75	22,00	135,75	22,63
8	E4B2	23,25	25,75	22,75	21,75	26,50	23,75	143,75	23,96

**ANEXO 16. ALTURA DE PLANTA A LOS 120 DÍAS (cm), PISO
ALTITUDINAL 3 (3500 msnm.)**

Tratamientos		Repeticiones						Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III	IV	V	VI		
1	E1B1	36,50	22,00	34,00	36,00	30,25	27,50	186,25	31,04
2	E1B2	30,00	26,50	27,00	31,75	21,25	39,75	176,25	29,38
3	E2B1	36,67	29,50	33,50	36,25	36,00	35,50	207,42	34,57
4	E2B2	31,33	35,00	40,00	36,75	27,50	38,67	209,25	34,88
5	E3B1	13,67	13,50	15,25	15,25	13,33	14,67	85,67	14,28
6	E3B2	14,67	15,33	14,75	16,50	14,00	11,33	86,58	14,43
7	E4B1	27,50	25,75	24,00	25,25	23,50	22,25	148,25	24,71
8	E4B2	24,75	28,50	26,00	24,00	27,50	25,75	156,50	26,08

**ANEXO 17. DIÁMETRO DE TALLO (mm), PISO ALTITUDINAL 3 (3500
msnm.)**

Tratamientos		Repeticiones						Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III	IV	V	VI		
1	E1B1	4,25	3,25	3,50	3,75	4,50	3,75	23,00	3,83
2	E1B2	4,25	4,25	4,00	4,25	3,00	4,50	24,25	4,04
3	E2B1	3,00	2,50	1,75	0,75	2,75	2,25	13,00	2,17
4	E2B2	2,00	1,75	1,00	1,00	2,50	2,75	11,00	1,83
5	E3B1	3,75	4,00	3,75	5,00	5,50	5,25	27,25	4,54
6	E3B2	3,50	4,75	4,00	4,25	3,75	4,75	25,00	4,17
7	E4B1	2,00	1,75	2,50	2,50	2,00	2,50	13,25	2,21
8	E4B2	2,50	2,75	1,75	1,25	2,00	1,75	12,00	2,00

**ANEXO 18. LONGITUD DE LA RAÍZ PRINCIPAL (cm), PISO
ALTITUDINAL 3 (3500 msnm.)**

Tratamientos		Repeticiones						Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III	IV	V	VI		
1	E1B1	27,00	22,00	26,00	25,00	24,25	21,00	145,25	24,21
2	E1B2	26,75	27,50	26,00	24,50	24,75	23,50	153,00	25,50
3	E2B1	15,67	16,33	15,75	16,50	19,00	17,67	100,92	16,82
4	E2B2	18,33	13,00	16,00	11,50	16,00	15,25	90,08	15,01
5	E3B1	21,00	17,50	19,50	23,25	19,67	20,50	121,42	20,24
6	E3B2	27,67	18,00	28,00	26,75	21,00	27,50	148,92	24,82
7	E4B1	22,50	23,25	26,00	28,50	23,00	25,75	149,00	24,83
8	E4B2	23,00	26,00	25,00	23,25	24,50	25,75	147,50	24,58

**ANEXO 19. VOLUMEN DEL SISTEMA RADICULAR (cc), PISO
ALTITUDINAL 3 (3500 msnm.)**

Tratamientos		Repeticiones						Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III	IV	V	VI		
1	E1B1	10,00	7,00	11,25	11,00	10,50	9,50	59,25	9,88
2	E1B2	8,25	8,00	10,75	8,00	8,50	8,75	52,25	8,71
3	E2B1	9,25	6,50	8,00	7,50	7,25	4,75	43,25	7,21
4	E2B2	8,50	7,25	6,00	5,75	5,75	5,00	38,25	6,38
5	E3B1	5,00	7,00	6,50	7,75	8,00	8,00	42,25	7,04
6	E3B2	8,00	5,50	6,50	5,25	8,00	6,50	39,75	6,63
7	E4B1	6,25	13,00	8,75	8,50	8,00	9,50	54,00	9,00
8	E4B2	9,00	6,33	8,00	8,75	7,25	9,75	49,08	8,18

**ANEXO 20. VOLUMEN DE NÓDULOS RADICULARES (cc), PISO
ALTITUDINAL 3 (3500 msnm.)**

Tratamientos		Repeticiones						Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III	IV	V	VI		
1	B1	0,30	0,20	0,20	0,30	0,30	0,30	1,60	0,27
2	B2	0,40	0,40	0,50	0,40	0,40	0,40	2,50	0,42

ANEXO 21. SOBREVIVENCIA (%), PISO ALTITUDINAL 3 (3500 msnm.)

Tratamientos		Repeticiones						Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III	IV	V	VI		
1	E1B1	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	600,00	100,00
2	E1B2	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	600,00	100,00
3	E2B1	75,00	75,00	50,00	50,00	75,00	100,00	425,00	70,83
4	E2B2	100,00	100,00	75,00	100,00	100,00	100,00	575,00	95,83
5	E3B1	75,00	75,00	75,00	75,00	75,00	50,00	425,00	70,83
6	E3B2	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	75,00	575,00	95,83
7	E4B1	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	600,00	100,00
8	E4B2	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	600,00	100,00

ANEXO 22. PISO ALTITUDINAL 1 Y 2 (3000 – 3250 msnm.)



ANEXO 23. PISO ALTITUDINAL 3 (3500 msnm.)



ANEXO 24. ESPECIES FORESTALES



ANEXO 25. APLICACIÓN DE BIOESTIMULANTES



ANEXO 26. TOMA DE DATOS



ANEXO 27. DIÁMETRO DE TALLO



ANEXO 28. VOLUMEN DEL SISTEMA RADICULAR



ANEXO 29. LONGITUD DE LA RAÍZ PRINCIPAL



**ANEXO 30. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE SUELO (PISO
ALTITUDINAL 1, 3000 m.s.n.m.)**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



**FACULTAD
INGENIERÍA AGRONÓMICA**

Casilla: -18-01-334 Telfs. 03 2746151 - 03 2746171
Fax: 03 2746231 Cevallos - Tungurahua
fiagruta@hotmail.com

Datos del cliente:

NOMBRE:	Fundación Pastaza	COD. LAB:	47,1 2013
ATENCIÓN:	Fundación Pastaza	MUESTRA:	Suelo
DIRECCIÓN:	Ambato	MATRIZ :	S
PROVINCIA:	Tungurahua	ANÁLISIS:	Completo
CANTÓN:	Ambato		

Datos de la muestra:

DIRECCIÓN:	Patate- Sucre -Poatog	FECHA DE TOMA DE MUESTRA:	
RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:		INGRESO AL LAB. :	10/07/2013
LOTE:	Sr. Carlos Gomez Morales	SALIDA:	22/07/2013
CULTIVO ANTERIOR:			
CULTIVO A SEMBRAR:			

ANÁLISIS	Unidad	Valor	Nivel
pH extracto suelo:agua 1:2,5		5,59	Me Ac
C.E. extracto suelo:agua 1:2,5	us/cm	17,96	NS
Textura	Clase	Franco	
Arena	%	42	
Limo	%	36	
Arcilla	%	22	
M.O.	%	26,96	A
N -TOTAL	%	1,35	A
P	ppm	4	A
K	meq/100 g	0,2	M
Ca	meq/100 g	14,7	A
Mg	meq/100 g	4,1	A
Cu	ppm	3,8	A
Fe	ppm	383,4	A
Mn	ppm	8,8	M
Zn	ppm	2,5	B
Ca/Mg	meq/100 g	3,6	O
Mg/K	meq/100 g	20,9	A
Ca+Mg/K	meq/100 g	95,7	A

INTERPRETACION	
M Ac	Muy Acido
Ac	Acido
Me Ac	Medianamente Acido
L Ac	Ligeramente Acido
P N	Practicamente Neutro
L AL	Ligeramente Alcalino
Me AL	Medianamente Alcalino
AL	Alcalino
N	Neutro
B	Bajo
M	Medio
A	Alto
T	Toxico
N S	No Salino
L S	Ligeramente Salino
S	Salino
M S	Muy Salino
O	Optimo

Parametro analizado	Metodo	Equipo
PH	Electroquimico	PH/Conductimetro Orion 550A
C E	Electroquimico	PH/Conductimetro Orion 550A
Textura	Bouyoucos	Licadora Bouyoucos
M.O	Gravimetrico	Balanza Analitica
N-Total	KJELDAHL	KJELDAHL
Fosforo	Olsen Mod.	Espectrofotometro Genesys 20
K,Ca,Mg	Olsen Mod.	Espectrofotometro de A.A Perkin Elmer 100
Fe,Cu,Mn,Zn	Olsen Mod.	Espectrofotometro de A.A Perkin Elmer 100


Marcia Buenaño
Quím. Marcia Buenaño

RESPONSABLE DEL ANÁLISIS

ASHM. 3.000

"Sembremos juntos un futuro brillante"

**ANEXO 31. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE SUELO (PISO
ALTITUDINAL 2, 3250 m.s.n.m.)**



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

**FACULTAD
INGENIERÍA AGRÓNOMICA**

Casilla: -18-01-334 Telfs. 03 2746151 - 03 2746171
Fax: 03 2746231 Cevallos - Tungurahua
fiagruta@hotmail.com

Datos del cliente:

NOMBRE:	Fundación Pastaza	COD. LAB	47,2 2013
ATENCIÓN:	Fundación Pastaza	MUESTRA:	Suelo
DIRECCIÓN:	Ambato	MATRIZ :	S
PROVINCIA:	Tungurahua	ANÁLISIS:	Completo
CANTÓN:	Ambato		

Datos de la muestra:

DIRECCIÓN:	Patate- Sucre	FECHA DE TOMA DE MUESTRA:	
RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:		INGRESO AL LAB. :	10/07/2013
LOTE:	Sr. Miguel Angel Dias Llerena	SALIDA:	22/07/2013
CULTIVO ANTERIOR:			
CULTIVO A SEMBRAR:			

ANÁLISIS	Unidad	Valor	Nivel
pH extracto suelo:agua 1:2,5		5,88	Me Ac
C.E. extracto suelo:agua 1:2,5	us/cm	47,6	NS
Textura	Clase	Franco	
Arena	%	44	
Limo	%	32	
Arcilla	%	24	
M.O.	%	27,06	A
N - TOTAL	%	1,35	A
P	ppm	8	B
K	meq/100 g	0,4	A
Ca	meq/100 g	14	A
Mg	meq/100 g	4	A
Cu	ppm	2	M
Fe	ppm	538	A
Mn	ppm	21	A
Zn	ppm	3	M
Ca/Mg	meq/100 g	3	O
Mg/K	meq/100 g	11	O
Ca+Mg/K	meq/100 g	47	A

INTERPRETACION	
M Ac	Muy Acido
Ac	Acido
Me Ac	Medianamente Acido
L Ac	Ligeramente Acido
P N	Practicamente Neutro
L AL	Ligeramente Alcalino
Me AL	Medianamente Alcalino
AL	Alcalino
N	Neutro
B	Bajo
M	Medio
A	Alto
T	Toxico
N S	No Salino
L S	Ligeramente Salino
S	Salino
M S	Muy Salino
O	Optimo

Parametro analizado	Metodo	Equipo
PH	Electroquimico	PHConductimetro Orion 550A
C.E	Electroquimico	PHConductimetro Orion 550A
Textura	Bouyoucos	Licudadora Bouyoucos
M.O	Gravimetrico	Balanza Analitica
N-Total	KJELDAHL	KJELDAHL
Fosforo	Olsen Mod.	Espectrofotometro Genesis 20
K,Ca,Mg	Olsen Mod.	Espectrofotometro de A.A.Perkin Elmer 100
Fe,Cu,Mn,Zn	Olsen Mod.	Espectrofotometro de A.A.Perkin Elmer 100

Quim. *Marcia Buenaño*
RESPONSABLE DEL ANÁLISIS

ASUM 3250

"Sembremos juntos un futuro brillante"

**ANEXO 32. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE SUELO (PISO
ALTITUDINAL 3, 3500 m.s.n.m.)**


FACULTAD INGENIERÍA AGRONÓMICA
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
 Casilla: -18-01-334 Telfs. 03 2746151 - 03 2746171
 Fax: 03 2746231 Cevallos - Tungurahua
 fiagruta@hotmail.com

Datos del cliente:

NOMBRE:	Fundación Pastaza	COD. LAB	47,3 2013
ATENCIÓN:	Fundación Pastaza	MUESTRA:	Suelo
DIRECCIÓN:	Ambato	MATRIZ :	S
PROVINCIA:	Tungurahua	ANÁLISIS:	Completo
CANTÓN:	Ambato		

Datos de la muestra:

DIRECCIÓN:	Patate- Sucre	FECHA DE TOMA DE MUESTRA:	
RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:		INGRESO AL LAB. :	10/07/2013
LOTE:	Sra. Luz María Yanchaguano	SALIDA:	22/07/2013
CULTIVO ANTERIOR:			
CULTIVO A SEMBRAR:			

ANÁLISIS	Unidad	Valor	Nivel
pH extracto suelo:agua 1:2,5		5,01	Ac
C.E. extracto suelo:agua 1:2,5	us/cm	16,2	NS
Textura	Clase	Franco	
Arena	%	44	
Limo	%	34	
Arcilla	%	22	
M.O.	%	29,08	A
N - TOTAL	%	1,45	A
P	ppm	7	B
K	meq/100 g	0,2	M
Ca	meq/100 g	7	A
Mg	meq/100 g	3	A
Cu	ppm	5	M
Fe	ppm	655	A
Mn	ppm	14	A
Zn	ppm	2	B
Ca/Mg	meq/100 g	2	O
Mg/K	meq/100 g	13	O
Ca+Mg/K	meq/100 g	44	A

INTERPRETACION	
M Ac	Muy Acido
Ac	Acido
Me Ac	Medianamente Acido
L Ac	Ligeramente Acido
P N	Practicamente Neutro
L AL	Ligeramente Alcalino
Me AL	Medianamente Alcalino
AL	Alcalino
N	Neutro
B	Bajo
M	Medio
A	Alto
T	Toxico
N S	No Salino
L S	Ligeramente Salino
S	Salino
M S	Muy Salino
O	Óptimo

Parametro analizado	Metodo	Equipo
PH	Electroquimico	PH/Conductimetro Orion 550A
C.E	Electroquimico	PH/Conductimetro Orion 550A
Textura	Bouyoucos	Liquidora Bouyoucos
M.O	Gravimetrico	Balanza Analitica
N-Total	KJELDAHL	KJELDAHL
Fosforo	Olsen Mod.	Espectrofotometro Genesisys 20
K,Ca,Mg	Olsen Mod.	Espectrofotometro de A A Perkin Elmer 100
Fe,Cu,Mn,Zn	Olsen Mod.	Espectrofotometro de A A Perkin Elmer 100

Quim. *Marcia Buenaño*
RESPONSABLE DEL ANÁLISIS

Agua 3500
 "Sembremos juntos un futuro brillante"