



unl

Universidad  
Nacional  
de Loja

Convocatoria 2021 | Dirección de  
Proyectos UNL | Investigación

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA  
FACULTAD AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES  
DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIONES**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:**

**PROCESOS ECOLÓGICOS DE LA VEGETACIÓN EN EL PARQUE  
UNIVERSITARIO “FRANCISCO VIVAR CASTRO”, UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE LOJA. Fase III. 2022-2023**



Director: Zhofre Aguirre Mendoza Ph.D.

**Equipo investigador:**  
Johana Muñoz Mg.Sc.  
Luis Muñoz Mg.Sc.  
Vanessa Granda Mg.Sc.  
Leonardo González Ing.  
Nelson Jaramillo Ing.

Periodo de ejecución: octubre 2021 a septiembre 2023

Loja- Ecuador  
Mayo, 2021

**1. TÍTULO**

## **2. TIPO DE PROYECTO**

Investigación aplicada

## **3. CAMPO DE CONOCIMIENTO**

Cambio climático y recursos de la biodiversidad; a. evaluar la diversidad específica y ecosistémica que permita planificar el ordenamiento de las tierras forestales, como parte de la gestión del uso de la tierra, para alcanzar el desarrollo sustentable de una región o país; b. generar insumos técnicos para el impulso del uso y conservación de los componentes de la biodiversidad y desarrollo y manejo de los ecosistemas y sistemas productivos, incluidos los métodos y técnicas de evaluación de los impactos que pueden causar tales actividades a la biodiversidad.

## **4. PROBLEMÁTICA**

La presión y transformación de los ecosistemas naturales actualmente son significativos, afectando principalmente la diversidad, composición florística, densidad y crecimiento de las masas forestales (Millennium Ecosystem Assessment, 2005). Este proceso de degradación se da en todos los ecosistemas del Ecuador, causado por perturbaciones antrópicas como: conversión de uso, deforestación, sobreexplotación de recursos y minería.

Los ecosistemas boscosos, en especial los andinos, son complejos biológicos más diversos de la biosfera cuyos bienes y servicios suplen las necesidades de los grupos humanos que allí habitan en cuanto a frutos, madera, leña, fibras, medicinas, fauna silvestre, regulación del clima y agua, siendo sistemas de mucho valor para la humanidad. Cuando los ecosistemas andinos se degradan, los remanentes que quedan no logran cumplir las funciones ecosistémicas, esta degradación ocurre de diferentes formas y se manifiesta en la disminución de la diversidad biológica, en su estructura y en los bienes y servicios que proveen (Melo y Vargas, 2003).

Los ecosistemas andinos debido a las condiciones climáticas, a la población asociada, al uso de sus recursos, es el más afectado y difícil de recuperar; el conocimiento de los ecosistemas boscosos andinos no es completo y falta conocer para poder actuar. La evaluación ecológica y silvicultura conllevan conceptos de estructura, composición, dinámica de la vegetación, dinámica poblacional y regeneración; lo cual debido a la crisis ambiental mundial, regional, nacional y local, tiene mucha importancia (Melo y Vargas, 2003).

Los ecosistemas andinos tienen su dinámica, basada en: crecimiento de las especies, sobrevivencia de especies, en procesos sucesionales que se dan luego de alteraciones antrópicas, en la respuesta fenológica de las especies a factores exógenos (Fournier, 1976; Fournier y Champartier, 1978; Aguirre *et al.*, 2014). El entendimiento de la dinámica de un bosque y de sus especies involucra el conocimiento de variables, entre las que destaca el crecimiento de los árboles, su dinámica poblacional, que dependen de factores ambientales y de características propias de las especies (Lambers *et al.*, 1998).

El crecimiento de los árboles es importante tanto económica como ecológica, por su utilidad en la estimación y predicción del rendimiento forestal (Vanclay, 1994); y, el papel en el entendimiento de la demografía poblacional y dinámica del bosque, en especial de los niveles de productividad primaria para ser valorados como captadores y sumideros de carbono (Swaine y Lieberman, 1987).

Pese a que se investigan los ecosistemas andinos, siguen siendo escasas las investigaciones y la información en relación a procesos sucesionales, crecimiento de las especies de árboles naturales y en acciones de restauración, gradientes ambientales, etc. Por tanto, se requiere generar información científica relacionada a la diversidad, dinámica poblacional, crecimiento de especies, fenología y procesos ecológicos de las especies vegetales de los bosques andinos, que permitan conocer más el ecosistema y permita la planificación de proyectos con la utilización de especies adecuadas que garanticen la sustentabilidad de la producción forestal.

Esta situación se facilita debido a que la Universidad Nacional de Loja desde 1983, maneja el parque universitario “Francisco Vivar Castro” (PUFVC), que tiene una superficie de 99 hectáreas. Según Aguirre et al. (2016), existen cinco ecosistemas: bosque andino, matorral, páramo antrópico, bosque mixto de nogal y plantaciones de pino y eucalipto; y, constituye un escenario para investigar y documentar la diversidad, dinámica poblacional, sucesión y recuperación de las áreas alteradas.

Esta investigación plantea responder la pregunta de investigación: ¿Los ecosistemas del PUFVC son adecuados para ejecutar investigaciones sobre diversidad, sucesión vegetal luego de incendios, dinámica de crecimiento de especies leñosas y fenología de especies vegetales, que sustenten la gestión de la biodiversidad en la región sur del Ecuador?.

## **5. JUSTIFICACIÓN**

El conocimiento de la realidad y la percepción de los problemas hacen que el sentido común de los seres humanos induzca conductas y establezca estrategias que mitiguen los males y resuelvan las dificultades (García, 1989). Por esta razón es importante que se genere conocimientos sobre los procesos ecológicos del bosque andino, que incluyen: diversidad, sucesión vegetal en áreas afectadas por incendios, dinámica de crecimiento de especies leñosas y crecimiento de especies sembradas en enriquecimiento de especies vegetales, existentes en el parque universitario “Francisco Vivar Castro”.

Mediante dos investigaciones anteriores financiadas por la Universidad Nacional de Loja, desarrolladas en los predios del PUFVC, se han ejecutado dos fases de este proyecto (2017-2018; 2019-2020), con resultados importantes y útiles, como la publicación de 9 artículos científicos en revistas indexadas (Anexo 1), investigaciones de tesis de 10 estudiantes de Ingeniería Forestal que sirvieron para obtener su grado usando los escenarios y actividades generadas por el proyecto (Anexo 2), 200 estudiantes visitaron y aprendieron en los ensayos correspondientes al proyecto, acompañados de sus respectivos profesores. Además, un aspecto sobresaliente es la instalación de una parcela permanente de una hectárea en bosque andino para monitorear las especies vegetales, producto que se suma a las 14 parcelas que la UNL tiene en una Red de parcelas permanentes en el sur de Ecuador.

Producto de estas dos fases del proyecto se han concretado conocimientos sobre diversidad del bosque andino, sucesión bajo las plantaciones de pino y eucalipto, dinámica poblacional de seis especies típicas del bosque andino y bancos de semillas del suelo en el bosque andino.

Por esta razón la continuación de las investigaciones en esta línea en el PUFVC se justifican plenamente, ya que permitirá seguir generando conocimientos sobre: sucesión vegetal luego de incendios en ecosistemas frágiles como los matorrales y páramos antrópicos, dinámica de crecimiento de especies leñosas en una parcela permanente y crecimiento de especies usadas en enriquecimiento de matorral (restauración activa); estos argumentos científico-técnicos son útiles para recomendar protocolos de producción, uso y manejo de recursos vegetales, los cuales servirán para la enseñanza universitaria, ya que por la cercanía a la Universidad, se constituye en el escenario para demostraciones prácticas a estudiantes de la carrera de Ingeniería Forestal y otros carreras relacionadas con el manejo de los recursos naturales así como estudiantes de posgrado.

La ejecución de esta investigación se justifica debido a que se podrá seguir identificando y conociendo otros procesos ecológicos de la vegetación y de especies en particular, lo cual servirá para orientar la conservación de la biodiversidad y especialmente la formación de talentos humanos, ya que se trabajará con tesis de las carreras de la Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables, también las actividades del proyecto se adaptan perfectamente para tesis de postgrado que la Universidad ejecuta. Además, con este proyecto se fortalece el parque universitario como un centro de educación y conservación y escenario para la vinculación de la Universidad Nacional de Loja con la sociedad lojana y ecuatoriana.

Además, la Universidad Nacional de Loja posee la capacidad instalada para impulsar este tipo de proyectos que permitirá continuar generando conocimiento sobre los procesos ecológicos de la vegetación, siendo en este caso el parque universitario “Francisco Vívar C.” el escenario apropiado para mejorar el conocimiento de los recursos y proponer proyectos de conservación y producción sostenible en ecosistemas andinos. De igual manera, se sabe que los recursos existentes en el PUFV son un buen ejemplo de lo que ocurre en la hoya de Loja, por ende son representativos para futuras tomas de decisiones relacionadas con el manejo y conservación de la biodiversidad.

Las actividades del proyecto se alinean con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) 13 que se refiere a la acción por el clima, mediante la adopción de medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos, esto se logra mediante el conocimiento de los procesos sucesionales de la vegetación que permitirán el incremento la cubierta vegetal; y, el objetivo 15 que indica: Proteger, restablecer y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, efectuar una ordenación sostenible de los bosques, luchar contra la desertificación, detener y revertir la degradación de las tierras y poner freno a la pérdida de diversidad biológica.

Finalmente el proyecto planteado se relaciona con el Plan de Transversalización de los Ejes de Igualdad de la UNL, en dos ejes: género y condición socioeconómica, especialmente en el enfoque de género, ya que el equipo del proyecto está conformado por dos investigadoras, de igual manera se buscará integrar a pasantes y tesis de al menos el 50 sean mujeres y de preferencia que sean de condiciones económicas bajas lo que permitirá cumplir el cuarto eje que es el de condición socioeconómica.

## 6. MARCO TEÓRICO

### 6.1. Procesos ecológicos

Un ecosistema es un conjunto de componentes bióticos y abióticos que interactúan utilizando y transformando la materia y la energía disponible en él. Los procesos que operan en los ecosistemas se dan de manera simultánea y anidada a diferentes escalas espaciales y temporales (Maass, 1999).

Se mencionan los procesos bioquímicos como la fotosíntesis o la respiración celular que operan a escalas de unas cuantas micras y toman segundos en ocurrir. Los procesos fisiológicos como la abscisión foliar o la digestión, que ocurren a una escala de  $\text{cm}^2$  y en períodos de horas, y procesos ecológicos como la dispersión de semillas o el reciclaje de nutrientes, operan a escalas espaciales de superficie ( $\text{ha}/\text{km}$ ) y toman días o años en ocurrir (Maass 1999).

Un proceso ecológico desde un punto de vista funcional, hace referencia a los fenómenos interrelacionados: colonización y sucesión, migración, reproducción que incluye polinización y dispersión de propágulos y alimentación que incluye competencia (parcialmente) y depredación (Neotrópicos, 2007).

Según González *et al.* (2013) existen cuatro procesos ecológicos fundamentales de los ecosistemas que son: el ciclo del agua, los ciclos biogeoquímicos (o de nutrientes), el flujo de energía y la dinámica de las comunidades, es decir cómo cambia la composición y estructura de un ecosistema después de una perturbación (sucesión).

#### 6.1.1. Proceso sucesional

El proceso de cambios en la vegetación a través del tiempo, después de haber sufrido perturbaciones se conoce como sucesión secundaria (Walker y Del Moral, 2003). Frecuentemente la sucesión secundaria ocurre cuando las plantas colonizan el suelo previamente ocupado por una comunidad viviente (Gurevitch *et al.*, 2006). Este tipo de sucesión es frecuente en campos de cultivo abandonados, en plantaciones forestales y en claros de bosque, en los cuales existen semillas y/o remanentes de la vegetación natural.

La sucesión secundaria según Bazzaz (2000), es un proceso multidireccional, probabilístico que puede tener diversos resultados. Los cambios temporales en las características del ecosistema (nutrientes, biomasa, productividad), la comunidad (diversidad de especies, composición, estructura) o de una población (distribución de edad) están cercanamente asociados con el cambio de especies; por lo que los estudios de sucesión se basan en esta última característica (Glenn-Lewin, Peet y Veblen, 1992). Aunque la sucesión secundaria ha sido un tema estudiado desde hace varias décadas, existe poca información sobre el desarrollo de este proceso en la región neotropical así como en Ecuador.

Posiblemente, la poca disponibilidad de información se debe a que el estudio directo (en campo) requiere de largos periodos para completar la observación del proceso (al menos 100 años). Por lo tanto, la descripción de la sucesión secundaria usualmente se basa en la comparación de sitios vecinos, con características de clima y suelo semejantes, y vegetación con diferentes estados de desarrollo (Finegan, 1996).

El conocimiento del proceso de sucesión vegetal ofrece un potencial en el desarrollo de programas de conservación y uso de los recursos biológicos (Finegan, 1996). En este sentido

es importante describir y comparar las características fisionómicas de las diferentes etapas de sucesión en parcelas con vegetación de diferentes edades. Los parámetros a comparar pueden ser: riqueza de especies arbóreas, número de árboles, área basal de los árboles, altura promedio del dosel y cantidad de estratos arbóreos.

Según Margalef (1968) considera a la sucesión como un proceso de auto-organización, es decir que mientras se reduce ciertos patrones ecológicos ya sea en un bosque, población o comunidad, aumenta la posibilidad de que coexistan otros patrones adaptables a las condiciones de los anteriores. Manifestaba además que la sucesión es tan importante para la ecología como la evolución lo es para la biología.

Gómez (2010) manifiesta que la sucesión ecológica es una de las teorías principales para comprender la ecología, es decir trasciende del carácter académico hacia las aplicaciones prácticas como facilitar la restauración o recuperación de ecosistemas. Cada una de las comunidades que se reemplazan por otras en el proceso de sucesión se denomina estado seral.

Existen dos tipos de sucesión: primaria y secundaria. La primaria ocurre sobre áreas que no han sido ocupadas anteriormente por otro tipo de comunidades vegetales, o áreas que han sido alteradas completamente y que no han permitido la recuperación de una comunidad vegetal (Walker, 2005). Y la secundaria es el tipo de sucesión que ocurre en áreas que han sido disturbadas por cambios de uso de suelo, especialmente deforestación incendios forestales (Guariguata y Kattan, 2002; Walter, 2005).

### **6.1.2. Factores que intervienen en un proceso ecológico**

De acuerdo a los puntos que estudia la ecología según Torres (2009), existen diversos aspectos que afectan a los seres vivos y entre ellos están:

Factores abióticos.- son las características físicas o químicas que afectan a los organismos, entre ellos: factores climáticos: temperatura, luz, humedad, viento, altitud, latitud y el agua.

Factores bióticos.- son aquellos en donde intervienen las relaciones que existen entre los organismos, o bien, individuos de la misma especie o de diferente especie.

### **6.1.3. Etapas de la sucesión vegetal**

La sucesión vegetal es un proceso lento y ordenado, que tiene niveles o etapas de complejidad, que según Guariguata y Ostertag (2001) son:

Etapa inicial.- Conocida como etapa de constitución, dominada por especies pioneras y oportunistas, con una estrategia reproductiva que se basa en la producción de semillas con escasa viabilidad, por lo general son especies herbáceas.

Etapa intermedia.- Se denomina etapa de maduración, donde las especies pioneras son desplazadas por especies heliófitas, en esta etapa la dominancia de especies secundarias o arbustivas pioneras de vida corta eliminan a las especies herbáceas.

Etapa final.- Esta caracterizada por la presencia de especies clímax, las cuales necesitan un alto rendimiento de energía y la producción de pocas semillas que son muy viables las cuales podrán desarrollar un ambiente ecológico apto para la formación inicial de un bosque joven.

## **6.2. Regeneración Natural**

La regeneración natural se considera como un ciclo o proceso donde un tipo de cobertura vegetal se restablece por su dinámica natural (Rollet, 1969). Según Buesso (1997) considera a la regeneración como los procesos continuos naturales del bosque, que da sobrevivencia y se caracteriza por una abundante producción de semillas que germinan de manera natural.

Según Aguirre et al. (2013), “la regeneración natural es un parámetro que permite medir la respuesta de las especies al aprovechamiento y los niveles de reposición del bosque”. La regeneración natural ocurre en varias fases, primero la producción y dispersión de semillas, luego la germinación y establecimiento de plántulas, cada una de estas fases representan un estado vulnerable a la demografía de las especies, es decir las semillas y plántulas presentan un alto riesgo de mortalidad. También Habrouk (2001), describe la regeneración natural como un proceso de auto sucesión, esto quiere decir que se produce un restablecimiento de la comunidad en un ecosistema.

La regeneración natural para mejor comprensión y manejo de información se categoriza por tamaños de altura y diámetro: Plántulas: individuos  $\leq 30$  cm altura, Brinzal: individuos  $> a 30$  cm y  $\leq 1,50$  m; Latizal: individuos  $> a 1,50$  m y  $\leq a 10$  cm de diámetro (Orozco y Brumer, 2002; Aguirre et al., 2013).

### **6.2.1. Sucesión vegetal luego de incendios forestales**

Es muy importante comprender cómo se forman las comunidades y cómo cambian con el tiempo. Los ecólogos pasan mucho tiempo observando cómo surgen las comunidades complejas (como los bosques) a partir de un terreno deshabitado o roca desnuda, se estudian lugares donde se presentaron incendios forestales, sobreexplotaciones, conversión total de uso, erupciones volcánicas, y por su acción se degrada el ecosistema.

Al estudiar estos sitios a lo largo del tiempo, se pueden determinar los cambios graduales que suceden en las comunidades ecológicas. En muchos casos, una comunidad que surge en un área alterada pasa por varios cambios en su composición, a menudo a lo largo de muchos años. Esta serie de cambios se conoce como sucesión ecológica y es particularmente importante en cada tipo de ecosistema (Aguirre, 2019).

En Ecuador los incendios forestales afectan principalmente a los ecosistemas andinos y éstos sufren modificaciones en los procesos ecológicos especialmente de la vegetación causando múltiples impactos observados en la degradación de la biodiversidad.

Jaksic y Farina (2015) señalan que el efecto del fuego en la estructura y dinámica de ecosistemas de bosques, matorrales y praderas, puede ser utilizado para evaluar opciones de restauración ecológica de dichos ecosistemas. Se indica que la evidencia señala que la sucesión que ocurre luego de los incendios, los cambios ecosistémicos y las principales características biológicas de la vegetación asociadas a esta dinámica ecológica, que podrían servir de guía para eventuales planes de restauración, e incluso de manejo y conservación de los ecosistemas que han sido afectados por el fuego

En Colombia, Fernández-Méndez (2016) estudió la microcuenca Tintales, ubicada en de Iguaque, Boyacá, que fue afectada por un incendio forestal. En esa área se evaluó la regeneración natural en 29 parcelas permanentes. Se evaluaron dos fitofisonomías, afloramiento rocoso y robleal para comparar riqueza, diversidad y dominancia, obteniéndose

mayor riqueza y diversidad en afloramiento rocoso. La familia Asteraceae fue la que obtuvo mayor representatividad. Las especies con mayor dominancia fueron *Hypoxis decumbens*, *Pteridium aquilinum* y *Andropogon bicornis*. La diversidad en todo el muestreo fue baja y homogénea debido a la reiterada incidencia de incendios forestales que han ocasionado cambios en la estructura y composición de la vegetación. La vegetación encontrada no difiere sustancialmente de otros estudios reportados para esta zona de vida y la región, donde las dinámicas de uso de suelo son similares, con alta deforestación e incendios. La vegetación establecida después del incendio es dominada por especies colonizadoras y pioneras.

En Argentina se ha estudiado la sucesión ecológica tras incendios forestales, y brindan una buena base metodológica que puede ser replicada en zonas de Ecuador, así Barufaldi y Barzola (2020) realizan un análisis sobre este tema en la provincia de Mendoza, indican que como consecuencia del incendio, la comunidad se vio modificada enormemente dando paso al inicio de la sucesión ecológica desde etapas muy tempranas. La cobertura de gramíneas perennes quedó reducida a menos de un 5 % y la de herbáceas anuales aumentó hasta el 40 %, la cobertura de árboles y arbustos quedó reducida a un 12 % aproximadamente, según mediciones de 10 meses del episodio.

Un aspecto importante que manifiestan Barufaldi y Barzola (2020), el impacto de un incendio en un ecosistema supone un disturbio que desencadena los procesos de recuperación a través de la sucesión. En algunos casos el fuego ocasiona una pérdida de los servicios ecosistémicos que brinda el bosque, y que requieren mucho tiempo para recuperarse; y un aspecto importante que resaltar es que luego años del disturbio se puede decir que las diferencias entre la zona quemada y la no quemada están parcialmente subsanadas, pero siempre se observaron algunas evidencias del pasado incendio. También se debe señalar que el aporte de semillas del bosques circundantes y de acciones de protección tienen efectos aceleradores en el proceso de recuperación, que no existiría en una zona con mayor impacto antrópico.

Sarango et al. (2019) evaluó los impactos ecológicos, producidos en la flora del páramo antrópico del parque universitario “Francisco Vivar Castro”, a causa de un incendio forestal; se concluye que el porcentaje de afectación de la vegetación evidencia que los estratos arbóreo y arbustivo sufrieron una afectación del 75 %, en su estructura mientras que, el estrato herbáceo mostró una afectación del 25 %; *Gynoxys nítida* fue la especie con mayor índice de importancia; mientras que, *Baccharis latifolia* fue la de menor valor de importancia. *Pteridium arachnoideum* presentó la mayor cobertura aprovechando las condiciones ambientales generadas por el incendio, preliminarmente se manifiesta que el ecosistema páramo necesita al menos doce meses para absorber los impactos ambientales identificados.

### **6.3. Dinámica sucesional de poblaciones de especies forestales**

Una comunidad de plantas puede ser definida como un conjunto de especies vegetales creciendo juntas en un lugar concreto que muestran una asociación o afinidad entre ellas (Alcaraz, 2013); y donde la amplitud ecológica de la comunidad es generalmente más estrecha que de la mayoría de las especies que la componen (Braun, 1979). La idea sobre comunidades vegetales fue debatida por los primeros ecólogos vegetales; F. E. Clement y H. A. Gleason, expresando los más extremados puntos de vista:

Clements (1916, 1928) es conocido como el concepto organísmico, según el cual las diversas especies que integrarían la vegetación en un punto de la superficie terrestre están unidas como los órganos y partes del cuerpo de un animal. Poner todas las partes juntas suponía crear una especie de super-organismo, el cual era la comunidad vegetal y no puede funcionar si no están

presentes todos sus órganos. Gleason (1917, 1926, 1939) consideraba que las especies de plantas responden individualmente a las variaciones de los factores ambientales, los cuales cambian de forma continua, tanto espacial como temporalmente. Cada especie vegetal tiene una distribución distinta o rango de tolerancia y abundancia único, por tanto tiene curva de respuesta frente a un gradiente con una forma y tamaño distinto de la de cualquier otra.

En el estudio de los fundamentos de la dinámica de las poblaciones es de importancia considerar las llamadas explosiones demográficas, episodios en los que una población crece aceleradamente. Estas explosiones toman a veces unos pocos días o semanas y otras veces toman años y hasta siglos, pero siempre se distinguen por el crecimiento acelerado en el número de individuos de la población (Batista, 2017). Por lo tanto la población puede ser definida como un grupo de organismos de la misma especie que ocupan un espacio (hábitat) y tiempo particular y que comparten ciertas propiedades biológicas, las cuales producen una alta cohesión reproductiva y ecológica del grupo (Smith & Smith, 2000).

En relación a la dinámica poblacional, algunos tipos de bosque han sido estudiados en los últimos años, Samper y Vallejo (2007), refieren que los bosques montanos de Los Andes presentan una dinámica de poblaciones muy alta y tasas de crecimiento bajas comparadas con bosques tropicales en zonas bajas; donde en el bosque montano se revela una tasa de mortalidad de plantas de 3,65 %/año y una tasa de reclutamiento anual de 3,52 %, mientras que el área basal y biomasa se incrementa cerca del 5% en cinco años.

Existen factores que influyen en la dinámica poblacional vegetal, Samper y Vallejo (2007) manifiestan que la característica básica de una población es su tamaño o densidad. Los parámetros que afectan el tamaño de la población, son natalidad (nacimientos o reclutamientos a la población), mortalidad (muertes), inmigración (entrada de individuos), emigración (salida de individuos), además de estos atributos, se derivan otros, como su distribución de edad, composición genética y patrones de distribución (distribución local de los individuos). Tanto abundancia como densidad son parámetros demográficos. Pero a menudo resulta mucho más relevante conocer de qué manera está cambiando esa población en el tiempo. En términos generales, existen dos tipos básicos de curvas que representan gráficamente el crecimiento de una población: la curva “en J”, que corresponde a un crecimiento de tipo exponencial, y la curva sigmoide o “en S”, que corresponde al llamado crecimiento logístico (Morlans, 2004).

### **6.3.1. Dinámica de crecimiento de especies nativas de la región andina ecuatoriana y sur de Ecuador**

En Ecuador se realizan plantaciones forestales en Los Andes, Costa y Amazonia, pero con escasas excepciones se ha monitoreado su crecimiento; si se considera que éste es un proceso cuya velocidad es muy variable en el mundo vivo (Fariás, 1997). Hay plantas que alcanzan gran altura en corto tiempo y otras que llevan muchos años en alcanzar su tamaño adulto. Las responsables del crecimiento son las células que se encuentran en diversas partes de la planta, así: en las yemas del ápice del tallo, axilas de las hojas y ramas. A partir de estos conglomerados se desarrolla el crecimiento del tallo, nuevas ramas, raíces, hojas, flores y frutos y, mientras se conserven vivos, la planta en su conjunto, vivirá (Fariás, 1997).

Sánchez y Rosales (2002) estudiaron la dinámica en el bosque nublado del Parque Nacional Podocarpus, en la primera medición se encontraron 2310 individuos de 78 especies, 43,97 m<sup>2</sup> de área basal, volumen total de 271,23 m<sup>3</sup> y un total de 176 rebrotes en la hectárea. Después de 12 años la parcela de Cajanuma tuvo una mortalidad de 499 individuos e ingresaron 469

quedando un total de 2280 árboles y 112 rebrotes. El número de especies paso de 78 a 80 y de 29 a 30 familias, el área basal de 43,97 a 45,80 m<sup>2</sup> y el volumen de 271,23 a 284,95 m<sup>3</sup>, es decir 1,83 m<sup>2</sup>/ha de área basal y 13,72 m<sup>3</sup>/ha de volumen respectivamente, que son producto del reclutamiento dentro del DAP mínimo ( $\geq 5$  cm) y el crecimiento en diámetro y altura de los árboles sobrevivientes. La tasa de dinamismo fue de 2,05 % por año.

Aguirre *et al.* (2014) investigaron la supervivencia y crecimiento de 29 especies nativas en El Padmi; las especies fueron establecidas en dos periodos (2005 y 2009). Las especies establecidas en el año 2005, con mejor supervivencia y crecimiento son: *Cedrelinga cateniformis*, *Huartea glandulosa*, *Lafoensia puniceifolia*, *Platymiscium pinnatum*, *Clarisia biflora* y *Vitex cymosa*; estas especies son recomendables para el establecimiento de plantaciones y sistemas agroforestales, en sitios con características similares. Las especies establecidas en el año 2009 que mejor supervivencia y crecimiento tienen son: *Terminalia oblonga*, *Apeiba aspera*, *Guarea kunthiana*, *Caryodendron orinocense*, *Terminalia amazonia*, *Ochroma pyramidale*, *Piptocoma discolor*, *Heliocarpus americanus*, *Aspidosperma laxiflorum*, *Pouteria capasifolia*, *Clarisia racemosa* y *Cedrela odorata*; especies que se recomienda para programas de reforestación, restauración; ecológicamente son especies esciófitas difícil de adaptarse fuera del bosque, pero los resultados en esta investigación sugieren que es posible su plantación en condiciones *ex situ*.

### 6.3.2. Monitoreo de la regeneración natural bajo las plantaciones de *Pinus radiata*

Aguirre *et al.* (2021) investigó la dinámica de crecimiento de la sucesión natural bajo plantaciones forestales de pino, registrando los resultados; bajo la plantación de *Pinus radiata* se identificaron 24 especies de 21 géneros y 22 familias, con una mayor diversidad y supervivencia para latizales (99,37 %), seguida por brinzales (87,59 %) y plántulas (82,76 %). El incremento en altura y diámetro es mayor en *Frangula granulosa*, *Clusia latipes*, *Critoniopsis pycnantha* y *Alnus acuminata*. No existe influencia significativa de los factores ambientales sobre la diversidad y abundancia de la regeneración natural.

La composición florística bajo el dosel de *Pinus radiata*, con 24 especies, es inferior a lo reportado por León (2014) bajo una plantación de *Pinus patula* donde registró 28 especies; mientras que, Caranqui (2017) en su estudio sobre la regeneración natural luego de la explotación de pino en el sector Tamboloma-Tungurahua, muestra valores superiores con 53 especies, 47 géneros en 25 familias. La diversidad de especies en brinzales (17) y latizales (21) están fuertemente relacionadas, a diferencia de la baja diversidad de plántulas (5 especies), esto es superior a la diversidad registrada por Cavelier y Santos (1999) bajo *Pinus radiata* que reporta 3 especies, que es bajo en comparación a la diversidad encontrada en la plantación del PUFVC. En este estudio, se presume que la baja diversidad es debido a los procesos antrópicos como incendios forestales, introducción de especies exóticas (pino y eucalipto) que por efecto de alelopatía o condiciones ambientales inhiben la aparición y desarrollo de grupos de especies arbustivas o arbóreas.

Las especies con mayor IVI en las tres categorías son: *Piper barbatum*, *Viburnum triphyllum* y *Frangula granulosa*. Las familias más diversas registradas en el componente leñoso bajo la plantación de *Pinus radiata* son: Primulaceae, Asteraceae, Solanaceae y Melastomataceae; estos resultados que se asemejan a los reportados por Aguirre *et al.* (2019) en una investigación bajo plantación de *Pinus radiata* en el PUFV; datos similares a este estudio recalca Franco, Betancur y Franco (2010) en un remanente de bosque andino donde las especies pertenecen principalmente a las familias Asteraceae, Solanaceae y Melastomataceae.

### 6.3.3. Monitoreo de la regeneración natural bajo las plantaciones de *Eucalyptus globulus*

Bajo la plantación de *Eucalyptus globulus* del PUFVC se registran 28 especies pertenecientes a 24 géneros y 21 familias. Las especies abundantes y con mayor IVI son: *Solanum aphyodendron* (plántulas), *Miconia obscura* (brinzal) y *Viburnum triphyllum* (latizal). Las plántulas tienen mayor sobrevivencia (100 %) y los brinzales menor sobrevivencia (88,55 %). El mayor crecimiento en altura presenta *Viburnum triphyllum* (plántulas), *Verbesina arborea* (brinzal) e *Inga acreana* (latizal). En diámetro basal domina *Solanum aphyodendron* (plántulas), *Alnus acuminata* (brinzal) y *Critoniopsis pycnantha* (latizal). Las variables ambientales y la diversidad florística se correlacionan en los latizales, mientras en plántulas y brinzales no se pudo evidenciar ninguna relación significativa.

La composición florística bajo la plantación de *Eucalyptus globulus* del PUFVC corrobora lo indicado por Real de Abreu et al. (2011) quienes manifiestan que las plantaciones forestales pueden recuperar una alta diversidad vegetal nativa. Además, en concordancia con esta investigación, varios autores como Lima (1996); Ferreira et al. (2010); Fernández et al. (2012) reportan en sus estudios referencias de diversidad vegetal creciendo en los rodales de varias especies de eucalipto. Además, cabe indicar que la composición florística del sotobosque de las plantaciones forestales es importante para conocer la dinámica sucesional de las especies presentes en estos sitios perturbados, y a su vez conocer la capacidad de recuperación de estos ecosistemas (Ballester et al., 1982).

Las 28 especies bajo la plantación de *Eucalyptus globulus* en el PUFVC representa una diversidad florística similar a Coraizaca y Yamasqui (2018) quienes reportan 30 especies bajo la plantación de Eucalipto de la Reserva de Llaviucuo dentro del Parque Nacional Cajas. Por otro lado, Chávez (2016) registró 50 especies bajo una plantación de *E. globulus* afectada por incendios forestales en la sierra norte del Ecuador, lo que difiere con esta investigación. En el presente estudio, la categoría latizal es la más abundante con 294 individuos, lo que difiere con Aguirre et al. (2019), quienes encontraron en la hoya de Loja 407 individuos en la categoría plántulas.

Las especies abundantes en la categoría latizal, brinzal y plántulas son *Viburnum triphyllum* (580 ind/ha), *Miconia obscura* (145 ind/ha) y *Solanum aphyodendron* (20 ind/ha), respectivamente; esta abundancia se justifica por la presencia de estas especies en la composición florística del bosque nativo del PUFVC (Aguirre et al., 2017). Por otro lado, estos resultados se asemejan parcialmente con Aguirre et al. (2019), quienes menciona a *Viburnum triphyllum* como la especie arbustiva abundante (145 ind/ha). Respecto a las especies importantes de acuerdo al IVI, estas fueron: *Solanum aphyodendron* con 38,89 % en plántulas, *Miconia obscura* con 15,95 % en brinzales y *Viburnum triphyllum* con 24,04 % en la categoría latizal; estas especies son diferentes a las reportadas en el Parque Nacional Cajas bajo plantaciones de eucalipto, donde se destacan *Brugmansia sanguinea* y *Piper andreanum* como especies con el IVI más alto (Coraizaca y Yamasqui, 2018).

## **7. OBJETIVOS**

### **7.1. Objetivo General**

- Generar conocimientos sobre sucesión, adaptación y crecimiento de especies forestales plantadas en zonas en recuperación natural, con el propósito de aportar información que permita el planteamiento de alternativas forestales y agroforestales sostenibles en ecosistemas degradados de bosque andino en la hoya de Loja.

### **7.2. Objetivos específicos**

- Monitorear la dinámica de la sucesión natural en zonas alteradas por incendios forestales en el ecosistema páramo antrópico y matorral andino en el Parque Universitario “Francisco Vivar Castro”.
- Determinar la dinámica de crecimiento de especies vegetales leñosas en una parcela permanente de una hectárea en el bosque andino del Parque Universitario “Francisco Vivar Castro”.
- Determinar la sobrevivencia, crecimiento en diámetro y altura en el ensayo de restauración con tres especies forestales implementado en el Parque Universitario “Francisco Vivar Castro”.

## **8. RESULTADOS ESPERADOS**

- Conocimiento de la sucesión natural que ocurre en las zonas afectadas por incendios forestales en el páramo antrópico y matorral andino dentro del Parque Universitario “Francisco Vivar Castro”.
- Conocimiento de la dinámica de crecimiento de las especies leñosas en una parcela permanente en un bosque andino del Parque Universitario “Francisco Vivar Castro”.
- Conocimiento del crecimiento en diámetro y altura de tres especies sembradas en matorral del Parque Universitario “Francisco Vivar Castro”.
- Implementación de un ensayo de enriquecimiento con dos especies nativas en matorral andino del Parque Universitario “Francisco Vivar Castro”.
- Participación en al menos tres eventos (congresos, seminarios, simposios) nacionales e internacionales para exponer los resultados del proyecto.
- Involucrar al menos 4 estudiantes de las carreras de Forestal, Ambiente y Agronomía para desarrollar sus investigaciones de tesis dentro de las actividades del proyecto.

Es importante destacar que por la naturaleza y cercanía del área del proyecto, se facilita la interacción con las carreras y posgrados de la Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables, específicamente con las carreras de Ingeniería Forestal, Medio Ambiente y Agronomía, de esta manera los ensayos serán los escenarios para que estudiantes puedan hacer visitas y participen de pasantías en las actividades del proyecto.

La aplicabilidad se verá reflejada en:

- Instituciones como el Ministerio de Agricultura y Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica que podrán aplicar en sus decisiones los conocimientos del proceso sucesional que ocurren luego de incendios forestales en ecosistemas andinos del Ecuador, que son abundantes, ya que se conoce cuáles son las especies que se regeneran con mayor facilidad y como van sobresaliendo unas de otras. Información útil especialmente para actividades de los actores del Programa Nacional de Restauración y el Programa Amazonía sin fuego, ambas iniciativas del MAATE.

- La información que generará el proyecto es importante para mejorar la planificación de áreas periurbanas o los llamados cinturones verdes que Loja que deben desarrollarse con base en conocimientos empíricos de los patrones espaciales y procesos ecológicos a múltiples escalas; lo que significa usar los resultados de esta investigación para la planificación de la conservación con un enfoque de desarrollo periurbano.
- El monitoreo de la regeneración natural de las especies forestales que se presentan, permitirá conocer la dinámica dentro de las categorías, en otras palabras conocer cuántas plántulas llegan a brinzales, a latizales y posiblemente a árboles. Esta realidad ecológica será utilizada en la enseñanza de la ecología a los estudiantes de las carreras de la Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables.
- El estudio y conocimiento de la regeneración natural sirve para conocer el comportamiento futuro del bosque, y esto es muy importante en la academia y toma de decisiones de instituciones que hacen manejo de los recursos forestales.
- Conocer la dinámica de crecimiento de especies nativas leñosas de la parcela permanente es fundamental para planificar el manejo forestal sostenible de masas forestales andinas y es la base para el manejo de los bosques y conocer cuales especies crecen más, entonces es útil para la academia y el manejo forestal sostenible.
- La información del crecimiento de especies forestales sembradas en ensayos de enriquecimiento permitirá apoyar a tomar decisiones a las autoridades para reforestar en plantaciones y sistemas agroforestales, con las especies que presenten mejores niveles de crecimiento para las condiciones de la región andina ecuatoriana. Además, en esta ocasión se implementaran las especies *Cinchona officinalis* y *Chyonanthus pubescens*, muy importantes y emblemáticas de Loja, pero se conoce poco de su ecología y manejo *ex situ*
- Un aspecto importante que resaltar son los resultados que consolidan la conservación *in situ* en el PUFVC como el escenario de la Universidad Nacional de Loja para vincularse con la colectividad y, para que los estudiantes de la Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables; así como de Maestrías de áreas afines conozcan de la investigación y realicen prácticas pre-profesionales, de campo y sus investigaciones de tesis de grado y posgrado.
- Los días de campo (dos) que se organizaran servirán para socializar los resultados que se obtengan, con todos los interesados: estudiantes universitarios, investigadores e instituciones ambientales del Ecuador.

## 9. METODOLOGÍA

### 9.1. Área de estudio

El Parque Universitario “Francisco Vivar Castro”, está ubicado en La Argelia, parroquia San Sebastián, cantón Loja, es propiedad de la Universidad Nacional de Loja, tiene una superficie de 99,2 ha, se desarrolla en un rango altitudinal de 2130 a 2520 m s.n.m. Localizado en las coordenadas UTM: 700111,7 Este y 9553567,3 Norte (Figura 1). En su extensión según Aguirre *et al.* (2016) existen cinco ecosistemas: bosque andino, matorral, páramo antrópico, bosque mixto de *Juglans neotropica*, plantaciones de pino y eucalipto.

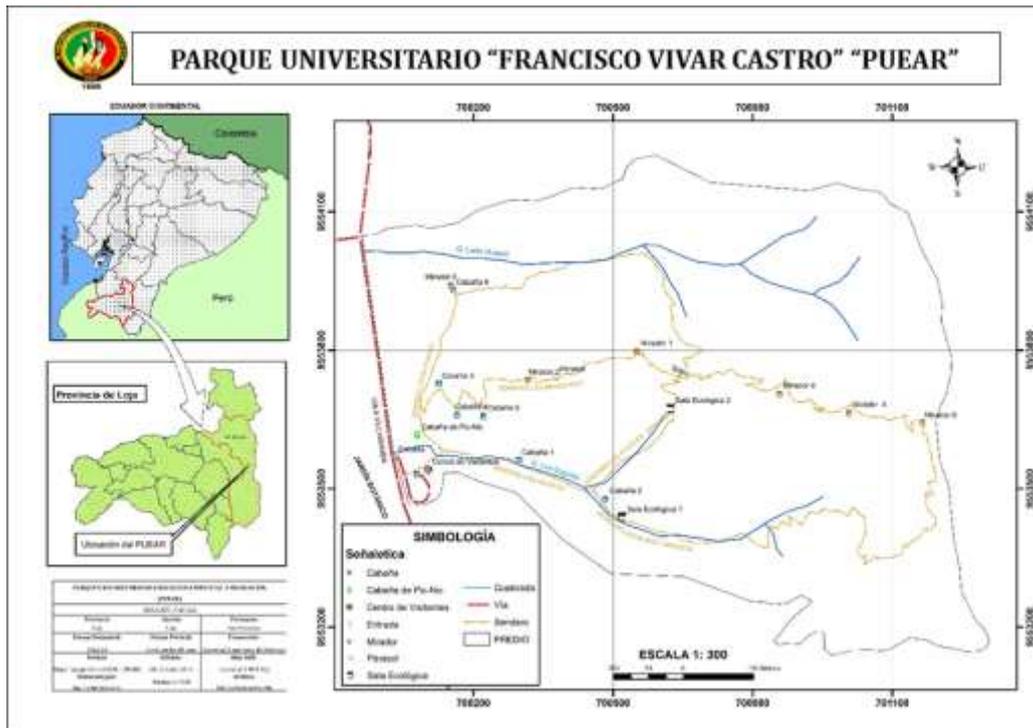


Figura 1. Ubicación geográfica del Parque Universitario “Francisco Vivar Castro”

## 9.2. Monitoreo de la dinámica de la sucesión que ocurre en páramo antrópico y matorral del Parque Universitario “Francisco Vivar Castro”

El escenario donde se evaluará la dinámica de la sucesión natural es el páramo antrópico y matorral, localizadas en la parte alta del PUFVC. El proceso metodológico es el siguiente:

### Diseño y unidades de muestreo

El diseño de muestreo será aleatorio y las unidades muestrales serán parcelas permanentes de 20 x 20 m. El número de unidades de muestreo a instalar serán cinco por cada escenario, como un mínimo ecológico para el estudio de vegetación.

### Instalación de las unidades muestrales

Para la instalación de las unidades muestrales se utilizará brújulas, piola, mojones de cemento y tubos PVC pintados color naranja en un extremo. Con la orientación hacia el norte se instalarán las parcelas y en cada esquina se colocarán tubos PVC con el respectivo mojón de cemento. A cada una de ellas se asignará un código respectivo con la finalidad de mantener control y el seguimiento de los ensayos, según recomendaciones de Aguirre (2019) y Phillips et al. (2016).

### Inventario y seguimiento de la regeneración natural de elementos leñosos

En las parcelas permanentes se registrará información como: ubicación geográfica, pendiente, grosor de hojarasca, altitud, densidad de copas o cobertura del dosel. Con respecto a la sucesión ecológica de la vegetación, para cada tipo de vegetación, se identificarán y contabilizarán todas las especies vegetales leñosas (arbóreas y arbustivas) que se reconozcan como regeneración natural, se señalarán con una cinta numerada con el fin de realizar el seguimiento de sobrevivencia y crecimiento según señala Aguirre (2019).

Para el registro de la regeneración natural se considerará presencia y abundancia de acuerdo con las categorías adaptadas de Orozco y Brumer (2002) que son: plántulas, individuos  $\leq 30$  cm altura, Brinzal los individuos  $> a 30$  cm y  $\leq 1,50$  m de altura; Latizal individuos  $> a 1,50$  m de altura y  $\leq a 10$  cm de diámetro.

Se instalarán 5 parcelas de 20 x 20 m ( $400 \text{ m}^2$ ) en cada ecosistema, ubicadas en forma sistemática, con separación de 100 m una de otra, dentro de las cuales se anidaran 5 parcelas de 5 x 5 m para evaluar los brinzales; y dentro de estas se instalarán cinco parcelas de 1 x 1 m para estudiar plántulas. Los latizales se evaluarán en toda la parcela grande (Figura 2).

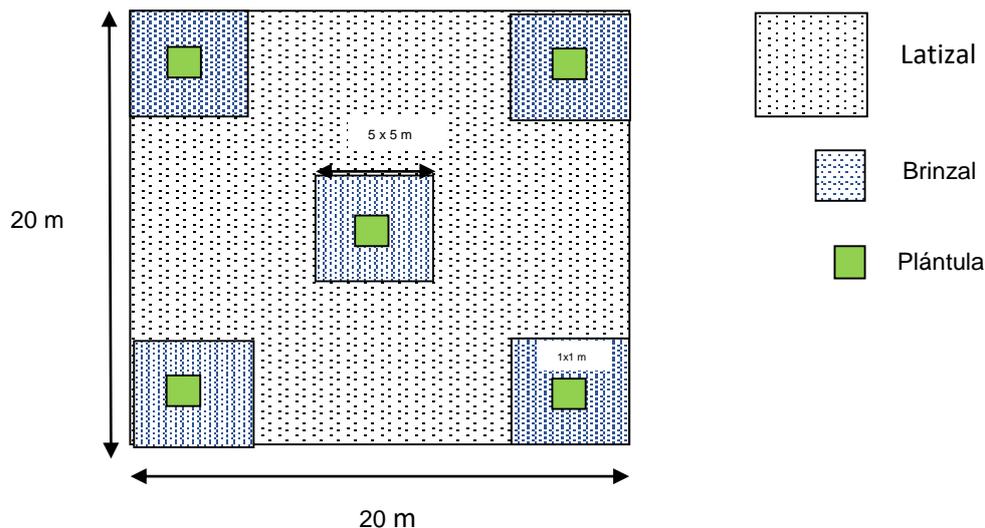


Figura 2. Diseño de parcela de muestreo y subparcelas anidadas, para el levantamiento de información florística

### Análisis de datos

Se calculará la sobrevivencia, crecimiento en altura y parámetros estructurales (Tabla 1), diferenciando las categorías y especies, aplicando las expresiones recomendadas por Magurran (1988), Aguirre (2019) y Orozco y Brumer (2002). La información calculada será interpretada y representada en tablas y figuras. Se utilizarán estimadores paramétricos por parcelas, especies y por categorías de regeneración natural.

Para conocer si la sucesión ecológica avanza hacia la composición de las especies que forman la vegetación original de estos ecosistemas en estudio, se utilizará estadística multivariada como análisis de conglomerados o de análisis de componentes principales para identificar la influencia de algunas variables ambientales a procesos de regeneración natral. Todos los análisis estadísticos se desarrollarán en programas estadísticos como InfoStat y R

Tabla 1. Parámetros de evaluación de la dinámica de la sucesión natural en páramos y matorral.

Parámetro	Fórmula	Simbología
Crecimiento en altura	$C_r = H_f - H_i$	$C_r$ = Crecimiento en altura. $H_f$ = Altura al final del periodo. $H_i$ = Altura al inicio del periodo
Sobrevivencia		% Sobr. = Porcentaje de sobrevivencia. Nro. ind vivos= Número de

	$\% S_{obr.} = \left( \frac{Nro. ind vivos}{Nro. total ind.} \right) * 100$	individuos vivos. Nro. total ind.= Número total de individuos.
Densidad	$D = \frac{Nro. ind.}{A}$	D= Densidad Nro. ind.= Número de individuos de una especie. A = área o superficie muestreada.
Densidad relativa	$DR\% = \left( \frac{Nro. ind. sp.}{Nro. total ind.} \right) * 100$	DR% = Densidad relativa en porcentaje Nro. ind. sp. = Número de individuos de una especie. Nro. Total ind. = Número total de individuos de todas las especies.
Frecuencia relativa	$FR\% = \left( \frac{Nro. parc. apar. sp}{\sum f_a} \right) * 100$	FR%= Frecuencia relativa en porcentaje Nro. parc. apar. sp.= Número de parcelas en las que se inventaría las especies. $\sum f_a$ = Sumatoria de las frecuencias absolutas de todas las especies inventariadas. /Sumatoria de frecuencia de todas las especies) x100
Índice valor de importancia simplificado	$IVI = \frac{DR + FR}{2}$	IVI= Índice de Valor de Importancia simplificado DR= Densidad relativa FR= Frecuencia relativa

### 9.3. Dinámica de crecimiento de las especies leñosas presentes en la parcela permanente del bosque nativo del Parque Universitario “Francisco Vivar Castro.”

#### Unidad de muestreo

Es la parcela permanente de 1 ha (100 x 100 m) dividida en 25 subparcelas de 400 m<sup>2</sup> (20 x 20 m) que fue establecida en la primera fase del proyecto (2017). Todos los individuos mayores o iguales a 5 cm de D<sub>1,30 m</sub> están marcados y etiquetados con códigos conformados por una letra y un número, que fue instalada siguiendo lineamientos de Phillips et al. (2016).

#### Registro de datos para la evaluación de la dinámica de crecimiento.

Se realizará la remediación del D<sub>1,30 m</sub> y altura total de cada uno de los individuos arbóreos registrados en el año 2017 (Reyes et al., 2017), y se medirán los individuos productos del reclutamiento que se da en los bosques, considerando que sean  $\geq$  a 5 cm de D<sub>1,30 m</sub>. Además, en forma paralela se realizará el mantenimiento de las etiquetas de los individuos antiguos y colocación de nuevas a las plantas que ingresan según el requerimiento de 5 cm de D<sub>1,30 m</sub>.

#### Cálculo de la mortalidad y reclutamiento

Utilizando la base de datos de D<sub>1,30cm</sub> y altura total existente del 2017, se procederá a determinar la tasa de mortalidad y reclutamiento de individuos arbóreos y el dinamismo del bosque, utilizando las formulas planteadas por Phillips citado por Palacios (1997) (Tabla 2).

Tabla 2. Parámetros utilizados para el cálculo de la dinámica de crecimiento de las especies leñosas presentes en la parcela permanente del bosque nativo.

Parámetro	Fórmula	Simbología
Mortalidad	$(M) = (\ln(N_o)/\ln(N_s)) / t$	Dónde: Ln = Logaritmo natural No = Número de individuos en la primera toma de datos Ns = Número de individuos originales sobrevivientes al final del periodo t = Años del periodo
Reclutamiento	$(R) = (\ln(N_f)/\ln(N_s))/t$	Dónde: Ln = Logaritmo natural Nf = Número de individuos al final del periodo Ns = Número de individuos originales sobrevivientes al final del periodo t = Años del periodo Cálculo del dinamismo
Dinamismo	$D = M + R$	Dónde: D: dinámica M= Mortalidad R= Reclutamiento

### Cálculo del crecimiento e incremento de los individuos arbóreos

Para determinar el crecimiento e incrementos anual de las variables dasométricas: DAP, altura, área basal y volumen, se considerara datos de la primera medición (2017) y segunda medición (2022) y usaran las formulas planteadas por Quezada et al. (2012).

Con los datos obtenidos de los registros iniciales y actuales, se calculará el crecimiento y el incremento de individuos y especies. Para estos análisis se considerará como crecimiento inicial la primera medición (2017) y como crecimiento final la última medición (2022). Los cálculos se realizaron para cada individuo aplicando las fórmulas de la Tabla 3 planteadas por Quezada et al. (2012) (comprenden los promedios de individuos y especie).

Tabla 3. - Fórmulas para el cálculo de crecimiento e incremento de los individuos arbóreos

Parámetros	Fórmulas	Simbología
Crecimiento en Diámetro (cm)	$Cr. D = D_f - D_i$	Df = Diámetro al final Di = Diámetro al inicio
Crecimiento en Altura (cm)	$Cr. H = H_f - H_i$	Hf = Altura al final del periodo Hi = Altura al inicio del periodo
Crecimiento de Área basal (cm <sup>2</sup> )	$Cr. G = G_f - G_i$	Gf = Área basal final Gi = Área basal inicial
Crecimiento de Volumen (m <sup>3</sup> )	$Cr. V = V_f - V_i$	Vf = Volumen final Vi = Volumen inicial
Crecimiento medio anual de altura (cm), D (cm), área basal (cm <sup>2</sup> ) y volumen (m <sup>3</sup> )	$CMA = CF/t$	CMA = Crecimiento medio anual Cf = Crecimiento final y, t = Edad de la especie en años.
Incremento periódico anual de altura (cm), D (cm), área basal (cm <sup>2</sup> ) y volumen (m <sup>3</sup> )	$IPA = Crf - Cri/t$	IPA = incremento periódico anual Crf = Crecimiento final Cri = Crecimiento inicial y, t = Número de años del periodo.

## 9.4. Estudio de la regeneración natural en la parcela permanente para determinar la composición florística, estructura y diversidad de la regeneración natural

### Instalación de las unidades de muestreo

Para la evaluación de la composición florística, estructura y diversidad de la regeneración natural se usaran las 25 parcelas de 400 m<sup>2</sup> que son parte de la parcela permanente; dentro de estas parcelas, se anidaran subparcelas de 10 x 10 m para los latizales altos, para los latizales bajos en parcelas de 5 x 5 m (25 m<sup>2</sup>) y los brinzales en parcelas de 2 x 2 m (4 m<sup>2</sup>). En la Figura 3 se muestra la forma, tamaño y distribución interna de las parcelas temporales para el estudio de la regeneración.

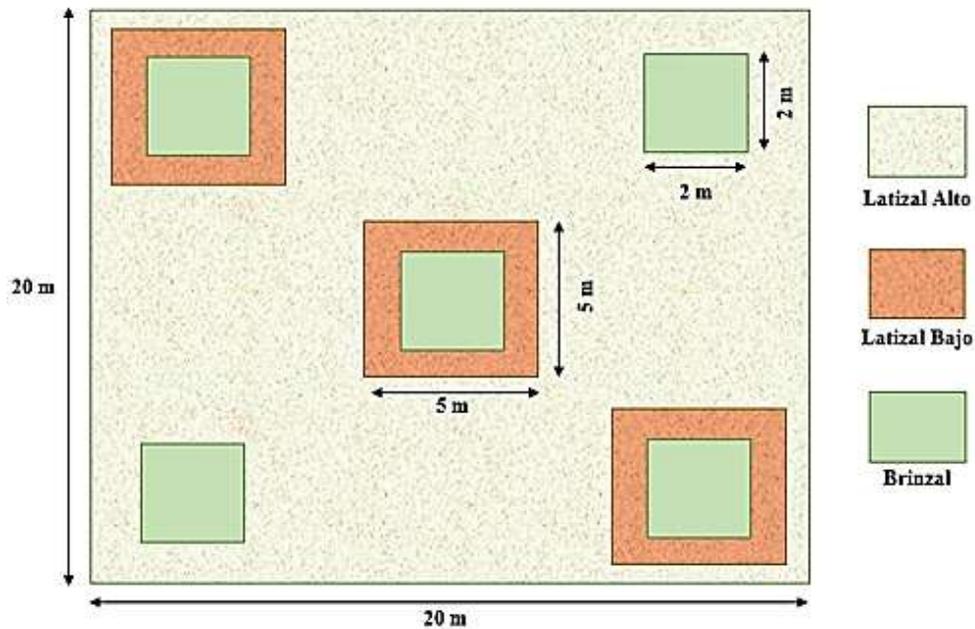


Figura 3. Diseño de parcela y subparcelas de muestreo, para el levantamiento de información sobre regeneración natural.

### Composición Florística

La composición florística se determinará a través de la identificación de los individuos de regeneración natural muestreados en las parcelas acorde a las categorías estudiadas, presentes en la Tabla 4 (Orozco y Brumer, 2002).

Tabla 4. Tamaño de las parcelas de inventario de la regeneración natural, considerando el tamaño de las plantas.

Categoría de regeneración	Definición de la categoría	Tamaño de la unidad de registro
Brinzal	Individuos de entre 0,30 y por debajo de 1,50 m de altura	2 m x 2 m
Latizal Bajo	Individuos de 1,50 m de altura y hasta 4,9 cm de DAP	5 m x 5 m
Latizal Alto	Individuos de 5 cm hasta 9,9 cm de DAP	10 m x 10 m

Se utilizará flexómetro y cinta diamétrica para las mediciones de altura (cm) y diámetro (cm) en cada individuo de regeneración, información que se registrará en hojas de campo. En la Tabla 5 se muestra el formato de la hoja de campo para recopilar la información.

Tabla 5. Hoja de campo para registro de datos de las especies de regeneración natural en categorías.

Lugar:			Fecha:				Número de Parcela:	
Código	Especie	Familia	Subparcela 1		Subparcela 2		Subparcela n	
			D	H	D	H	D	H

### Análisis de los datos de regeneración natural

Se calcularán los parámetros estructurales: Densidad, Abundancia (A), densidad relativa (DR), frecuencia relativa (FR) e índice de valor importancia Simplificado (IVI) (Aguirre, 2019) que se describen a continuación:

- Abundancia (A) =  $\Sigma$  de todos los individuos de una especie o categoría de regeneración natural
- Densidad relativa (DR) % =  $\frac{\text{N}^\circ \text{ de individuos por especie}}{\text{N}^\circ \text{ total de individuos}} \times 100$
- Frecuencia relativa (FR) % =  $\frac{\text{N}^\circ \text{ de parcelas en la que está la especie}}{\text{Sumatoria de las frecuencias de todas las especies}} \times 100$
- Índice de valor de importancia simplificado (IVI) % =  $\frac{\text{DR} + \text{FR}}{2}$

Además se calcularán los índices para determinar la diversidad florística: Riqueza específica (S), Índice de Simpson (D) e Índice de Shannon (H)

### 9.5. Crecimiento en diámetro y altura en el ensayo de restauración con tres especies forestales en matorral andino en el Parque Universitario “Francisco Vivar Castro.”

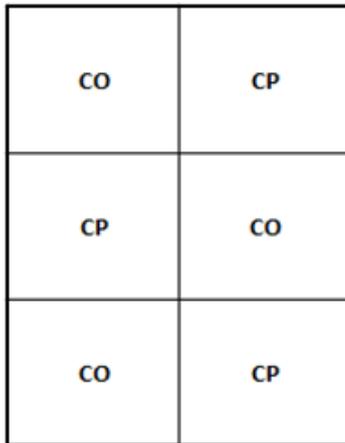
Este ensayo fue instalado en el año 2016, con tres especies: *Cedrela montana*, *Lafoensia acuminata* y *Jacaranda mimosifolia*. El tratamiento tiene una distribución en bloques; en cada bloque se plantaron 20 individuos de cada especie a un espaciamiento de 3 x 3 m.

Para conocer el crecimiento actual de las especies en estudio, se realizará un censo de los individuos y se medirá el diámetro a 20 centímetros desde el suelo usando un calibrador y, la altura total con cinta métrica. Cada individuo evaluado será marcado con un círculo con pintura roja; las mediciones se realizarán en dos periodos, una en enero del 2022 y otra en noviembre del 2022, de igual manera dos mediciones en el año 2023.

### Ampliación del ensayo con dos especies nativas en matorral andino

Con el propósito de ampliar los ensayos se plantarán dos especies, las especies que se usaran son: *Cinchona officinalis* y *Chionanthus pubescens*. Se usaran 60 plántulas de cada especie, los cuales se establecerán en tres bloques (repeticiones) considerando plantaciones separadas, esto para evitar interacción entre individuos de las dos especies. En la figura 4 se detalla el ensayo bajo matorral andino. Para probar el comportamiento de cada especie se considerará: tamaño de cuadrante: 10 x 14 m, densidad de siembra: 20 plantas por cuadrante, distanciamiento: 3 x 3 m, especies: CO = *Cinchona officinalis*, CP = *Chionanthus pubescens*.

Diseño de cuadrantes de siembra



Cuadrante con distancias de siembra

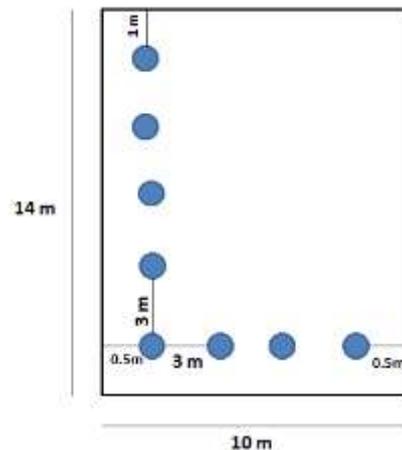


Figura 4. Diseño y explicación de la implementación del ensayo con dos especies forestales PUFVC.

**Análisis de información colectada**

Se realizaran mediciones de diámetro y altura, y se calculará sobrevivencia, mortalidad, crecimiento de diámetro, área basal, volumen y altura de cada especie forestal; se analizarán a través del programa Infostat, Se utilizará como análisis complementario ecuaciones lineales simples, para conocer las correlaciones entre la variable dependiente (diámetro) y la variable independiente (altura). Para evaluar los parámetros de sobrevivencia (%), crecimiento en diámetro y crecimiento en altura de las especies sembradas, se aplicará las fórmulas planteadas por Quezada *et al.* (2012) (Tabla 6)

Tabla 6. Parámetros utilizados para evaluar el crecimiento en diámetro y altura en el ensayo de restauración con tres especies forestales implementadas en matorral andino.

Parámetros	Fórmulas	Símbolos
Sobrevivencia (%)	Cantidad de plantas que permanecen vivas hasta la fecha de evaluación; el número de individuos sembrados (es el 100 %) y se busca el porcentaje de sobrevivencia en base a las plantas que permanecen vivas.	
Crecimiento en diámetro (cm)	$Cr.d = df - di$	df = Diámetro al final del periodo di = Diámetro al inicio del periodo
Crecimiento en Altura (m)	$Cr-H = Hf - Hi$	Hf = Altura al final del periodo Hi = Altura al inicio del periodo
Crecimiento medio anual de diámetro y altura	$CMA = CF/t$	CMA = Crecimiento medio anual Cf = Crecimiento final del periodo t = Edad de la especie en años.

**Difusión de resultados** (Tabla 10 este documento)

Se realizará mediante: publicaciones científicas (5); difusión académica en eventos nacionales e internacionales (5), interacción con estudiantes de las carreras y programas de postgrado de la Facultad Agropecuaria y Recursos Naturales Renovables; y días de campo (2) dirigido y con actores externos (MAATE) potenciales usuarios de los resultados de esta investigación.

## 10. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Las actividades contempladas en el proyecto de presentan en el Tabla 7.

Tabla 7. Cronograma específico de actividades del proyecto de investigación, para dos años: 2021-2022-2023

Objetivo	Actividad	Semestre en el cual se va a desarrollar				Fecha		Responsable de la actividad
		Semestre 1	Semestre 2	Semestre 3	Semestre 4	Desde	Hasta	
Monitorear la dinámica de la sucesión vegetal que ocurre en áreas afectadas por incendios forestales en el Parque Universitario “Francisco Vivar Castro”	Establecimiento de parcelas permanentes de monitoreo en páramo antrópico	x				Nov. 2021	Enero 2022	Johana Muñoz
	Inventario de regeneración en matorral y páramo antrópico	x				Feb. 2022	Fe.2022	Johana Muñoz y Luis Muñoz
	Procesamiento de muestras botánicas y datos colectados		x			Marzo 2022	Marzo 2022	Johana Muñoz y Luis Muñoz
	Análisis de datos y escritura de resultados		x			Abril 2022	Mayo 2022	Johana Muñoz y Luis Muñoz
	Difusión de resultados en evento nacional o internacional		x			Mayo 2022	Mayo 2022	Johana Muñoz, Luis Muñoz, Z. Aguirre
	Elaboración y publicación de artículo científico		x			Agosto 2022	Septiembre 2022	Johana Muñoz, Luis Muñoz, Z. Aguirre
	Mediciones del monitoreo de la regeneración en matorral y páramo antrópico				x	Dic. 2022	Febrero 2023	Johana Muñoz, Luis Muñoz,
	Análisis de datos y escritura de resultados con datos del monitoreo							Johana Muñoz, Luis Muñoz
	Difusión de resultados en evento nacional o internacional							Johana Muñoz, Luis Muñoz, Z. Aguirre
	Elaboración y publicación de artículo científico							Johana Muñoz, Luis Muñoz, Z. Aguirre

Conocer la dinámica de crecimiento de especies leñosas en una parcela permanente de bosque andino en el Parque Universitario “Francisco Vivar Castro”	Mantenimiento de la parcela permanente: plaqueo y reemplazo de placas plásticas	x			Octubre 2021	Noviembre 2021	Zhofre Aguirre, Nelson Jaramillo	
	Medición de DAP y altura de todos los individuos florísticos según el inventario realizado en el 2017	x			Diciembre 2021	Febrero 2022	Zhofre Aguirre, Nelson Jaramillo, Leonardo González	
	Procesamiento y análisis de la información y escritura de resultados de dinámica crecimiento		x			Abril 2022	Junio 2022	Zhofre Aguirre, Nelson Jaramillo
	Elaboración y publicación de artículo científico		x			Julio 2022	agosto 2022	Z. Aguirre, Nelson Jaramillo
	Estudio de la regeneración natural del componente leñoso en la parcela permanente			x		Nov. 2023	Febrero 2023	Vanesa Granda, Leonardo González, Z. Aguirre
	Procesamiento y análisis de la información y escritura de resultados de la regeneración natural del componente leñoso en la parcela permanente			x	x	Marzo 2023	Mayo 2023	Vanesa Granda, Leonardo González, Z. Aguirre
	Difusión de resultados en Congreso/Seminario		x		x	Noviembre 2022	Septiembre 2023	V. Granda, L. González, Z. Aguirre
Determinar la sobrevivencia, crecimiento en diámetro y altura en el ensayo de	Elaboración y publicación de artículo científico			x	Julio 2023	Agost 2023	V. Granda, L. González, N. Jaramillo, Z. Aguirre	
	Mantenimiento y mediciones de ensayos de restauración de tres especies forestales	x		x	Oct. 2021	Dic. 2021	Vanesa Granda, Leonardo González	
	Procesamiento y análisis de la información colectada	x			Febrero 2022	Marzo 2022	V. Granda, L. González	

restauración con tres especies forestales implementado en el Parque Universitario “Francisco Vívar Castro.”	Implementación del ensayo de enriquecimiento de matorral andino	x		Enero 2022	Marzo 2022	V. Granda, L. González
	Elaboración y publicación de artículo científico		x	Mayo 2023	Agos 2023	V. Granda, L. González, Z. Aguirre
	Difusión de resultados en Congreso/Seminario		x	Sept 2022	Sept 2023	V. Granda, L. González
	Día de campo	x	x	Sept 2022	Sept 2023	Johana Muñoz

## 11. PRESUPUESTO GENERAL Y ANUAL

El presupuesto total del proyecto para los dos años de ejecución se presenta en la Tabla 8. En los anexos 3 se detalla el presupuesto por semestres; y, en el anexo 4 el costo del personal docente y técnico que participará en el proyecto.

Tabla 8. Resumen del presupuesto total para dos años de ejecución: octubre 2021 – octubre 2023

<b>Rubro</b>	<b>Semestre 1 (Costo usd)</b>	<b>Semestre 2 (Costo usd)</b>	<b>Semestre 3 (Costo usd)</b>	<b>Semestre 4 (Costo usd)</b>	<b>Total</b>
Adquisición de equipos, instrumentos, materiales y reactivos	0	8806	0	0	8806
Capacitación especializada para el equipo de investigación	500	500	500	500	2000
Pago de servicios	0	0	0	0	0
Viajes Técnicos	0	1400	0	1400	2800
Transferencia de resultados	0	400	0	400	800
Costo de personal académico	9790,18	9790,18	9790,18	9790,18	39160,70
Cooperación externa	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>10290,18</b>	<b>20896,18</b>	<b>10290,18</b>	<b>12090,18</b>	<b>53596,70</b>

Costo total del proyecto para dos años de ejecución es de 53 566,7 dólares; \$ 14 406 (Catorce mil cuatrocientos seis dólares) corresponden a presupuesto de adquisiciones y gastos operativos y, \$ 39160,7 son costos de personal del proyecto de investigación de dos años.

## 12. BIBLIOGRAFÍA CITADA

Aguirre, Z., Gaona T., y Palacios, B. (2014). Dinámica de crecimiento de especies forestales establecidas en el jardín botánico El Padmi. *CEDAMAZ* 4(1): 62-75.

Aguirre, Z., Yaguana, C., y Gaona T. (2016). *Parque Universitario de Educación ambiental y Recreación Ing. Francisco Vivar Castro*. Universidad Nacional de Loja. Loja, Ecuador. Editorial Cosmos.

Aguirre Z. (2019). *Métodos para medir la biodiversidad*. Loja, Ecuador. Universidad Nacional de Loja.

Aguirre, Z.; Betancourt-Figueras, Y.; Geada-López, G. (2013). Regeneración natural en los bosques secos de la provincia de Loja y su utilidad para el manejo local. *Revista CEDAMAZ*. 3(1): 54-65.

Aguirre Z., Reyes, B., Quizhpe, W. y Cabrera, A. (2017). Composición florística, estructura y endemismo del componente leñoso de un bosque montano en el sur del Ecuador. *Arnaldoa* 24 (2): 543-556.

Aguirre, Z., Díaz Ordoñez E., Muñoz Chamba J., & Muñoz Chamba L. (2019). Sucesión natural bajo plantaciones de *Pinus radiata* D. Don (Pinaceae) y *Eucalyptus globulus* Labill.

(Myrtaceae), en el sur del Ecuador. *Revista Arnaldoa*. 26 (3): 943-964  
<http://doi.org/10.22497/arnaldoa.263.26306>.

Alcaraz, F. (2013). *Fundamentos de la clasificación de la vegetación*. Manual de teoría y práctica de Geobotánica. Universidad de Murcia. España.

Ballester, A., Arias, M., López, M., y Vieitez, E. (1982). *Estudio de potenciales alelopáticos originados por Eucalyptus globulus Labill., Pinus pinaster Ait., y Pinus radiata D.* Don Santiago de Compostela, España.

Bazzaz, F. (2000). *Plants in Changing Environments: linking, physiological, population and community ecology*. Cambridge University Press.

Batista, W.B. (2017). Dinámica de las poblaciones. Cátedra de ecología. Facultad de agronomía. Universidad de Buenos Aires.

Barufaldi, S., Barzola, P. (2020). Análisis de la sucesión ecológica tras un incendio en el jarillal norte de la Reserva Ñacuñán, Mendoza. *Revista de Divulgación Científica Facultad de Ciencias Agrarias*. Número 11. ISSN 2422-6254

Braun-Blanquet, J. (1979). *Fitosociología: Bases para el estudio de las comunidades vegetales*. España. H. BLUME Ediciones. ISBN 84-7214-174-8.

Buesso, R. (1997). Establecimiento y manejo de regeneración natural, EMAPIF. Yanaranguita, La Esperanza, Honduras.

Caranqui, J. (2017). Análisis de la regeneración natural después de la explotación de pino en el páramo de Tamboloma. Riobamba, Ecuador.

Cavelier, J., y Santos, C. (1999). Efectos de plantaciones abandonadas de especies exóticas y nativas sobre la regeneración natural de un bosque montano en Colombia. *Revista de Biología Tropical*, 47(4), 775-784.

Chávez, P. (2016). *Regeneración natural en un bosque interandino de Eucalyptus globulus Labill afectado por incendios forestales* (Tesis de maestría de Biología de Conservación, Pontificia Universidad Católica del Ecuador). Repositorio Institucional PUCE.

Clements, F.E. (1916). *Plant succession. An analysis of the development of vegetation*. Carnegie Institute, Washington.

Clements, F.E. (1928). *Plant succession and indicators*. H.W. Wilson, Nueva York.

Corazaca, A., y Yamasqui, M. (2018). *Impacto de la tala selectiva del bosque nativo y de las plantaciones de Pinus patula y Eucalyptus globulus en la regeneración natural en los bosques de Mazán y Llaviucuo del Parque Nacional Cajas* (Tesis de grado de Ingeniero Ambiental, Universidad de Cuenca). Repositorio Institucional Universidad de Cuenca.

FAO (Food and Agriculture Organization). (2000). *Sistemas de uso de la tierra en los trópicos húmedos y la emisión y secuestro de CO<sub>2</sub>*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma.

Farías, M.C. (1997). *La Ciencia para Todos. Fondo de Cultura Económica*. México Secretaría de Educación Pública y del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

Fernández-Méndez, F., Velasco-Salcedo, V., Guerrero-Contecha, J., Galvis, M. & Viana-Neri, A. (2016). Recuperación ecológica de áreas afectadas por un incendio forestal en la microcuenca Tintales (Boyacá, Colombia). *Colombia Forestal*, 19(2),143-160.

Fernández, F., Camargo, K., y Sarmiento, V. (2012). Biodiversidad vegetal asociada a plantaciones de *Pinus caribaea* Morelet y *Eucalyptus pellita* F. Muell establecidas en Villanueva, Casanare, Colombia. *Revista Facultad Agronomía Medellín*, 65(2), 6749-6764.

Ferreira, F., Engel, V. L., y Cassola, H. (2010). Regeneração natural de espécies da Mata Atlântica em sub-bosque de *Eucalyptus saligna* Smith. em uma antiga unidade de produção florestal no Parque das Neblinas, Bertioga, SP. *Scientia Forestalis*, 38(85), 39-52.

Finegan, B. (1996). Pattern and process in Neotropical secondary rain forests: the first 100 years of succession. *Tree*, 11 (3): 119-124.

Fournier, L. A. (1976). Observaciones fenológicas de un bosque húmedo premontano de San pedro de montes de Oca, Costa Rica. *Rev. Turrialba*. 26 (1): 54-59

Fournier, L. y Champartier, C. (1978). El tamaño de la muestra y la frecuencia de las observaciones en un estudio de las características fonológicas de los árboles tropicales. *Revista Cespedia. Cali*. Vol.7, Suplemento 2 (25-26):25-32.

García, J. (1989). *Zonas y Ecosistemas en Degradación. Desertificación*. Valencia, España.

Glenn-Lewin, D., R. K., Peet & T. T. Veblen. (1992). *Plant succession: theory and prediction*. Chapman & Hall.

González, J; Valenzuela, E; López, G; Castro, G; Betzabe, N; Ruiz, V & García, V. (2013). *Procesos Ecológicos*. México. Instituto de Ecología Universidad Nacional Autónoma de México.

Guariguata, M., & Ostertag, R. (2001). Neotropical secondary forest succession: changes in structural and functional characteristics. *Forest Ecology and Management*, 206.

Gurevitch, J, Scheiner, S. & Fox, G. (2006). *The ecology of plants*. Sinauer Associates.

Habrouk, F. (2001). *Regeneración natural y restauración de la zona afectada por el gran incendio del Bages y Bergueda de 1994*. Barcelona, España.

Jaksic, F., y Fariña, J. (2015). Incendios, sucesión y restauración ecológica en contexto. *Anales Instituto Patagonia* (Chile), Vol. 43(1):23-34.

Lambers H., Chapin III F.S. y T.L. Pons. (1998). *Plant Physiological Ecology*. Springer.

Lima, W. (1996). *Impacto ambiental do Eucalipto*. Editora da Universidade de Sao Paulo. Sao Paulo, Brasil.

Martínez, R. M. I. (1985). Claros, ciclos vitales de los árboles tropicales y regeneración natural de las selvas altas perennifolias. In: *Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas en Veracruz México*. A. Gómez y S. Del Amo (eds.). Vol. II. Editorial Alambra Mexicana, México.

Martínez-Ramos M, Soto-Castro A. 1993. Seed rain and advanced regeneration in a tropical rainforest. *Vegetation* in press.

Martínez-Ramos, M. y X. García-Orth. 2007. Sucesión ecológica y restauración de las selvas húmedas. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*. (80) 69-84.

Margalef, R. (1968). *Perspectives in Ecological Theory*. Chicago, Illinois, USA.

Maass, J. (1999). *La investigación de procesos ecológicos y el manejo integrado de cuencas hidrográficas: un análisis del problema de escala*. Centro de Investigaciones en Ecosistemas UNAM, Campus Morelia, España.

Melo, O. y Vargas, R. (2003). *Evaluación Ecológica y Silvicultural de Ecosistemas Boscosos*.

Millennium Ecosystem Assessment. (2005). *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press, Washington, United States of America.

Morlans, M. (2004). Introducción a la ecología de poblaciones. 2004. Universidad Nacional de Catamarca. ISSN: 1852-3013

Neotrópicos, (2007). *Procesos Ecológicos*. Disponible en: [http://wiki.neotropicos.org/index.php?title=Procesos ecol%C3%B3gicos](http://wiki.neotropicos.org/index.php?title=Procesos_ecol%C3%B3gicos)

Orozco, L., y Brumer, C. (2002). Inventarios forestales para bosques latifoliados en América Central. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica.

Phillips, O., Baker, T., Feldpausch, T. y Brienens, R. (2016). Manual de Campo para el Establecimiento y la Remedición de Parcelas. Segunda Edición. RAINFOR.

Quezada, R., Acosta, L., M, Garro y M Castillo. (2012). Dinámica del crecimiento del bosque húmedo tropical, 19 años después de la cosecha bajo cuatro sistemas de aprovechamiento forestal en la Península de Osa, Costa Rica. *Tecnología en Marcha* 56 25 (5).

Real De Abreu, R., Bessão De Assis, G., Frison, S., Aguirre, A., y Durigan, G. (2011). Can native vegetation recover after slash pine cultivation in the Brazilian Savanna?. *Forest Ecology and Management*, 262(8), 1452–1459.

Rollet, B. (1969). *La regeneración natural de un bosque denso siempre verde de la Guayana de Venezuela*. Venezuela.

Samper, C. y Vallejo, M. I. (2007). Estructura y dinámica de poblaciones de plantas en un bosque andino. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.* 31 (118): 57-68, 2007. ISSN 0370-3908

Sánchez-Gallen, I., Álvarez-Sánchez, F.J. y J. Benítez-Malvido. (2010). Structure of the advanced regeneration community in tropical rain forest fragments of Los Tuxtlas, Mexico. *Biological Conservation* 143:2111–2118.

Sánchez, O., y Rosales, C. (2002). *Dinámica poblacional en el bosque nublado del Parque Nacional Podocarpus, Sector Cajanuma*. (Tesis de pregrado) Universidad Nacional de Loja. Loja, Ecuador.

Sarango, J., Muñoz J., Muñoz L., Aguirre Mendoza Z. (2019). Impacto ecológico de un incendio forestal en la flora del páramo antrópico del Parque Universitario “Francisco Vivar Castro”, Loja, Ecuador. *Bosques Latitud Cero*, 9(2): 101-114.

Swaine, M.D., Lieberman, D. (1987). Note on the calculation of mortality rates. *Journal of Tropical Ecology*. 3, ii-iii

Swaine, M.D., Whitmore, T.C. (1988). *On the definition of ecological species groups in tropical rain forests*. *Journal of Tropical Ecology*. 75 (1): 81–86

Smith, R.L. & T.M. Smith. 2001. *Ecology and field biology*. 6a. USA. Benjamin Cummings.

Torres, G. (2009). *Factores y disciplinas de la ecología*. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos73/factores-disciplinas-ecologia/factores-disciplinas-ecologia2.shtml>

Vanclay J. (1994). *Modelling forest growth and yield: applications to mixed tropical forests*. CAB International, Oxford.

Walker, L. R. & R. Del Moral. (2003). *Primary Succession and Ecosystem Rehabilitation*. Cambridge, UK. Cambridge University Press.

Walker, L. (2005). *Margalef y la sucesión ecológica*. Las Vegas, EEUU.

### 13. EQUIPO DE INVESTIGACIÓN

El equipo de investigación se presenta en la Tabla 9.

Tabla 9. Equipo de investigación del proyecto (III Fase).

No.	Nombres y apellidos	Cedula de identidad	Sexo	Función	Correo institucional	Carrera a la que pertenece	Título tercer nivel, cuarto nivel/ estudiante	Campo de especialización	Horas semanales al proyecto	Semestre en el que participara
1	Zhofre Aguirre Mendoza	1102470067	Hombre	Director del proyecto	<a href="mailto:zhofre.aguirre@unl.edu.ec">zhofre.aguirre@unl.edu.ec</a>	Ingeniería Forestal	Ph.D	Biodiversidad	8 *	Cuatro
2	Luis Muñoz Chamba	1104029697	Hombre	Investigador	<a href="mailto:luis.munoz@unl.edu.ec">luis.munoz@unl.edu.ec</a>	Ingeniería Forestal	M.Sc	Dinámica poblacional	6	Cuatro
3	Johana Muñoz	1103705040	Mujer	Investigador	<a href="mailto:johana.munoz@unl.edu.ec">johana.munoz@unl.edu.ec</a>	Ingeniería Forestal	M.Sc	Funcionalidad de ecosistemas	6	Cuatro
4	Vanesa Granda Moser	1102645569	Mujer	Investigador	<a href="mailto:vanesa.granda@unl.edu.ec">vanesa.granda@unl.edu.ec</a>	Ingeniería Forestal	M.Sc	Monitoreo restauración	4	Cuatro
5	Leonardo González	1900822329	Hombre	Técnico	<a href="mailto:leonardo.gonzalez@unl.edu.ec">leonardo.gonzalez@unl.edu.ec</a>	Ingeniería Forestal	Ingeniero	Instalación de parcelas	8	Cuatro
6	Nelson Jaramillo	1900520469	Hombre	Técnico	<a href="mailto:nelson.jaramillo@unl.edu.ec">nelson.jaramillo@unl.edu.ec</a>	Ingeniería Forestal	Ingeniero	Identificación de plantas	4	Cuatro
7	Estudiantes de la Carrera de Ingeniería Forestal	Al menos tres tesis de Ingeniería Forestal por año	Hombres y mujeres	Tesistas		Ingeniería Forestal	Estudiante/Tesista	Ejecución de tesis en sucesión dinámica, crecimiento especies		Todos (Seis-Siete)

\*La participación del Director del proyecto de 8 horas semanales se plantea en base a experiencias anteriores, ya que con ese tiempo es suficiente para lograr resultados como se ha demostrado. A esto se suma las otras actividades que debe cumplir en su calidad de Director del Herbario y Jardín Botánico “Reinaldo Espinosa” y Parque Universitario “Francisco Vivar Castro”; integrante de la Comisión Editorial de la UNL; y finalmente impartir tres asignaturas en la Carrera de Ingeniería Forestal.

El ítem 7 contempla e ilustra como los estudiantes van a participar en este proyecto de investigación, ésta es mediante la ejecución de tesis de grado de Ingeniería Forestal, planificando tres estudiantes tesistas (novenos y/o decimos ciclo) por año.

## 14. PRODUCTOS

En la Tabla 10 se presentan los productos que se generaran con la ejecución del proyecto en los dos años de ejecución

Tabla 10. Productos del proyecto de investigación.

No.	Objetivos	Producto	Fecha	Responsable
1-2	Monitorear la regeneración natural en zonas alteradas por incendios forestales como una opción de restauración pasiva en el ecosistema de matorral andino en el Parque Universitario “Francisco Vivar Castro”.	Un artículo científico sobre sucesión en páramos antrópicos en el PUFVC	Agosto-octubre 2022	Johana Muñoz Luis Muñoz Zhofre Aguirre
		Artículo científico sobre sucesión en matorral andino en el PUFVC	Agosto-octubre 2023	
		Ponencia (2) en eventos científicos nacionales e internacionales	Agost-Sept. 2022 Agost-Sept. 2023	
3-4	Determinar la dinámica de crecimiento de especies vegetales leñosas en una parcela permanente de una hectárea en el bosque andino del Parque Universitario “Francisco Vivar Castro”	Un artículo científico sobre crecimiento de especies en una parcela permanente.	Agosto-octubre 2022	Zhofre Aguirre Nelson Jaramillo Johana Muñoz Luis Muñoz
		Un artículo científico sobre regeneración natural en una parcela permanente en bosque andino.	Agosto-octubre 2023	
		Ponencia (2) en eventos científicos nacionales e internacionales	Agost-Sept. 2022 Agost-Sept. 2023	
5	Determinar la sobrevivencia, crecimiento en diámetro y altura en el ensayo de restauración con tres especies forestales implementado en el Parque Universitario “Francisco Vivar Castro.”	Un artículo científico sobre el crecimiento en diámetro y altura de tres especies sembradas en matorral andino	Agosto-Octubre 2023	Vanesa Granda Leonardo González Zhofre Aguirre
Ponencia (1) en eventos científicos nacionales e internacionales	Julio a sept 2023			
		Informe técnico general del proyecto	Septiembre - Octubre. 2023	Z Aguirre, J. Muñoz, L. Muñoz, V. Granda.

## **15. VINCULACIÓN EXTERNA Y COLABORACIONES COMPLEMENTARIAS EXTERNAS**

Para conocimiento de las actividades que se ejecutan en este proyecto se coordina los Programa Nacional de Restauración y el Programa Amazonía sin fuego del MAATE, Loja, Municipio de Loja. En procura de que los resultados que aquí se generen sean conocidos y ojala aplicados por esta instancia nacional.

## **16. ANEXOS**

1. Lista de Publicaciones científicas indexadas
2. Lista de tesis y temas de tesis desarrollados dentro de las dos fases del proyecto.
3. Presupuesto general del proyecto
4. Gastos en personal del proyecto

## **16. FIRMA DE RESPONSABILIDAD**

Los contenidos de la presente propuesta son de responsabilidad del equipo de investigación proponente, por lo que a nombre del equipo firmo a los 10 días del mes de octubre del año 2021.

Zhofre Aguirre Mendoza Ph.D  
CI. 1102470067